MANUALE TECNICO PER LA MUNGITURA MECCANICA E LA REFRIGERAZIONE DEL LATTE OVINO E CAPRINO

COMPONENTI, USO E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

a cura di

Antonio Pazzona

Regione Autonoma della Sardegna
Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale

E R S AT
Ente Regionale di Sviluppo e di Assistenza Tecnica

MANUALE TECNICO PER LA MUNGITURA MECCANICA E LA REFRIGERAZIONE DEL LATTE OVINO E CAPRINO

Componenti, uso e manutenzione degli impianti

a cura di
Antonio Pazzona

Prefazione

L'ampliamento dei mercati dei prodotti agricoli e la conseguente sempre maggiore importanza delle loro caratteristiche qualitative, al fine di garantire la competitività delle nostre produzioni, impongono appropriate azioni volte alla razionalizzazione e al controllo dei processi produttivi.

E' in questa direzione che si muove l'ottima iniziativa della Regione Autonoma della Sardegna volta a divulgare e promuovere una più appropriata conoscenza degli impianti di mungitura e di refrigerazione del latte in quanto mezzi tecnici per una riqualificazione delle produzioni ovi-caprine proprie dell'isola.

Gli impianti di mungitura, in particolare, risultano sicuri e affidabili solo se installati e utilizzati correttamente, in termini di tecniche di mungitura, manutenzione e pulizia. In caso contrario, possono comportare pesanti effetti negativi, danneggiando l'apparato mammario degli animali e divenendo veicolo e causa di infezioni. Ciò, a fronte del grande sviluppo che ha caratterizzato il settore nell'ultimo decennio e che ha comportato un notevole ampliamento dell'offerta delle caratteristiche e delle tipologie degli impianti.

Nasce, quindi, la necessità di portare a conoscenza dei tecnici aziendali e degli allevatori le nozioni di base sulle caratteristiche funzionali e costruttive di queste attrezzature, nonchè sulle problematiche di tipo gestionale ad esse connesse.

In questo primo volume vengono trattati, in maniera piana ed esauriente, i principali componenti degli impianti di mungitura e di refrigerazione del latte in relazione alle diverse tipologie costruttive, fornendo gli elementi conoscitivi per una razionale e documentata scelta tecnica ed economica. Sono, inoltre, ampiamente descritte e motivate le tecniche più idonee per lo svolgimento delle operazioni di mungitura e per il corretto uso dei serbatoi refrigeranti.

Particolare attenzione viene data alle operazioni di manutenzione e di lavaggio degli impianti, la cui assidua ed efficace esecuzione costituisce un imprescindibile elemento per il loro buon funzionamento, la salute degli animali e la qualità del latte prodotto.

Di facile lettura e ben strutturato questo primo volume, completato dal secondo, più specificatamente dedicato agli aspetti progettuali e tecnici, costituisce un utile e importante strumento per l'aggiornamento e la qualificazione degli operatori del settore.

Luigi Bodria
Ordinario di Meccanica Agraria
nell'Università degli Studi di Milano

Hanno contribuito al volume:

Antonio Pazzona, docente di *Meccanica agraria* nel Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell'Università di Sassari.

Lelia Murgia, docente di *Meccanizzazione degli impianti zootecnici* nel Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell'Università di Sassari.

Giuseppe Pulina, docente di *Zootecnica generale* nel Dipartimento di Scienze zootecniche dell'Università di Sassari.

Anna Nudda, dottore di ricerca nel Dipartimento di Scienze zootecniche dell'Università di Sassari.

Marco Cattaneo, ricercatore presso l'Istituto di Alimentazione animale dell'Università di Milano.

Mario Sabelli, coordinatore nazionale del Servizio Controllo Mungitrici dell' Associazione Italiana Allevatori di Roma.

INDICE GENERALE

Parte prima

LA PRODUZIONE DEL LATTE

1 APPARATO MAMMARIO

La mammella (figg. 1 e 2) è l'organo deputato alla produzione del latte che ha la insostituibile funzione di fornire ai neonati l'unico nutrimento fino al momento in cui il loro apparato digerente non è in grado di utilizzare alimenti solidi.

La conoscenza della struttura e del funzionamento della mammella - ed in particolare dei meccanismi di sintesi, di secrezione e di eiezione del latte - è indispensabile per comprendere meglio come la tecnica di mungitura possa influenzarne la produttività e lo stato sanitario.

1.1 Struttura della mammella

La mammella degli ovini e dei caprini (fig. 3) è costituita da due ghiandole, ciascuna delle quali è provvista di un proprio capezzolo.

Il capezzolo si apre all'esterno tramite l'orifizio papillare intorno al quale è presente un muscolo (lo sfintere) che impedisce la fuoriuscita del latte dalla mammella. L'orifizio papillare immette nella cisterna capezzolare che comunica superiormente con la cisterna ghiandolare; questa è di forma irregolare in quanto in essa sboccano numerosi dotti galattofori.

La cisterna ghiandolare rappresenta il punto di massima raccolta latte nell'intervallo tra le due mungiture.

I dotti galattofori si ramificano verso l'alto in dotti di diametro sempre più piccolo che terminano in strutture sferiche chiamate alveoli mammari. Questi ultimi sono costituiti da un singolo strato di cellule secretrici (fig. 4a) disposte a formare una cavità, il "lume alveolare", all'interno del quale è secreto il latte. Nella parete esterna degli alveoli e dei piccoli dotti sono presenti le cellule mioepiteliali (in pratica muscoli costituiti da una sola cellula) (fig. 4b) la cui contrazione provoca la spremitura dell'alveolo e ne determina lo svuotamento. Ciascun alveolo è circondato da una fitta rete di capillari sanguigni attraverso cui sono trasportati

Fig. 1. Mamella di pecora

verso le cellule secretrici le sostanze necessarie per la sintesi del latte.

Il tessuto secretivo, posto sopra alla cisterna, ha un aspetto ed una consistenza spugnosa; esso insieme ai dotti ed alla cisterna è immerso nel tessuto connettivo che è particolarmente abbondante nelle mammelle così dette "carnose", le quali pur essendo voluminose possono produrre quantità limitate di latte.

1.2. Composizione e secrezione del latte

Il latte è costituito da acqua, che è il componente più abbondante (82-87%), da grassi (6,5-3,5%), da proteine (5,5-3,5%), da sostanze azotate non proteiche (ad es. urea), da lattosio (4,6-4,1%), da minerali (0,92-0,80%) e da vitamine, che nel loro complesso costituiscono il residuo secco del latte (17,5-13%).

> Rispetto al latte di capra, quello di pecora ha normalmente più alti contenuti in proteine ed in grasso e ciò lo rende particolarmente adatto alla trasformazione casearia in quanto le proteine sono le principali responsabili della sua resa alla caseificazione ed il grasso condiziona, oltre che le rese, anche l'aroma del formaggio.

Le secretrici prelevano dal sangue tutti gli elementi e l'acqua necessari per la sintesi del latte. L'afflusso di sangue alla mammella è quindi tanto più elevato quanto più produttivo è l'animale: per la secrezione di un litro di latte è necessario il passaggio nella mammella di circa 350-400 litri di sangue. Le cellule secretrici, per la sintesi del *grasso*, utilizzano composti presenti nel sangue che derivano in parte dalle fermentazioni ruminali ed in parte direttamente dalla digestione dei grassi degli alimenti oppure dalla rimozione dei grassi corporei di riserva. Il contenuto in grassi, che in generale si riduce con la quantità di latte munto, varia notevolmente con il momento e le modalità di mungitura in quanto il latte della mungitura del mattino è più povero in grasso rispetto a quello della mungitura serale ed il latte dei primi getti è più povero in grasso rispetto a quello di fine mungitura.

Fig. 2. Mamella di capra

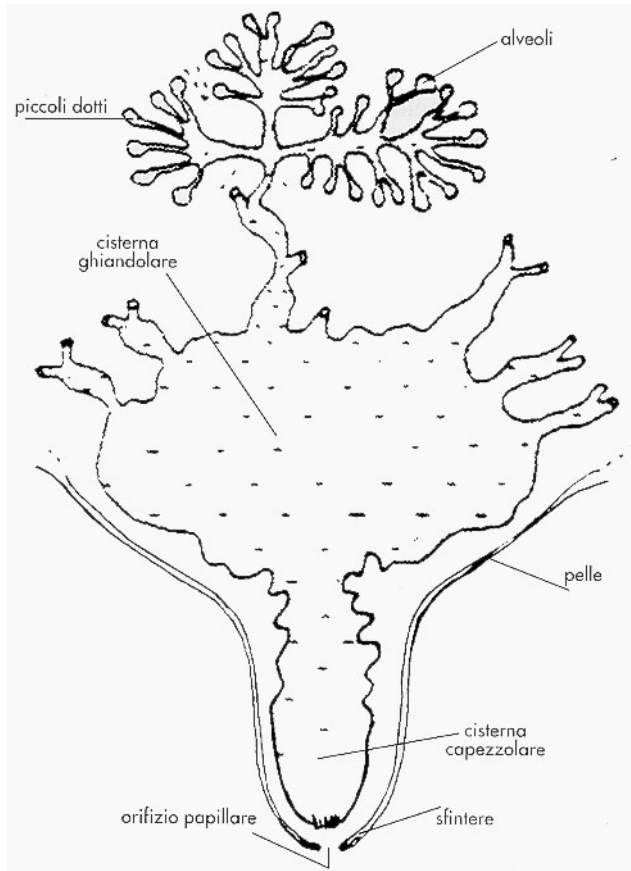
Le sostanze azotate, sono costituite dalle proteine vere e dalle sostanze azotate non proteiche anche se sono genericamente riportate nelle analisi come proteine. Il loro contenuto rimane relativamente stabile nel corso della mungitura, ma la concentrazione di proteine provenienti dal sangue è particolarmente elevata durante il periodo colostrale e nel caso di infiammazioni a carico della mammella.

Il lattosio è lo zucchero del latte ed è sintetizzato a partire dal glucosio presente nel sangue. La sua concentrazione è praticamente costante a meno che non intervengano fattori di perturbazione quali la riduzione della frequenza di mungitura e l'insorgenza di disturbi secretori.

Il lattosio è il componente del latte che si altera più facilmente: nel latte conservato in condizioni igieniche scadenti l'acidità aumenta in quanto questo zucchero è fermentato rapidamente da batteri che lo trasformano in acido lattico.

I minerali e le vitamine passano direttamente dal sangue al latte e nella cellula secretrice subiscono soltanto variazioni della loro concentrazione. Il latte può contenere anche sostanze secondarie quali composti aromatici presenti nelle erbe dei pascoli su cui si alimentano le pecore e le capre, residui di antibiotici impiegati nei trattamenti terapeutici e fitofarmaci contenuti nei foraggi e nei concentrati somministrati agli animali.

Nel latte sono presenti costituzionalmente anche dei corpi cellulari denominati nel complesso *cellule somatiche* che, costituite prevalentemente da cellule provenienti dal sangue, hanno un ruolo fondamentale nella difesa della mammella contro i migrorganismi patogeni. Soltanto una piccolissima parte delle cellule somatiche del latte è rappresentata da cellule di sfaldamento del tessuto mammario (cellule secretrici che con l'andare del tempo invecchiano e si staccano dal tessuto mammario).

Fig. 3. Rappresentazione schematica della Struttura interna della mamella

Il contenuto in cellule somatiche e la sua distribuzione nel latte risultano influenzati dalle condizioni fisiologiche e dallo stato sanitario della mammella.

Durante tutta la lattazione il contenuto in cellule somatiche è basso se il secreto deriva da una mammella sana, ma esso aumenta nella fase finale della lattazione, in presenza di mastiti, in caso di alimentazione scorretta, di mungitura incompleta, di mungitura manuale dolorosa, di sovramungitura e di cattivo funzionamento della macchina mungitrice in genere.

Un latte con alto contenuto in cellule somatiche coagula più lentamente, produce una cagliata meno consistente con minori rese alla caseificazione, fornisce un formaggio più difficilmente conservabile.

1.3. Estrazione del latte

Il latte secreto nel lume alveolare è trasferito alla cisterna ghiandolare grazie ad un meccanismo originato dalla stimolazione del capezzolo con la poppata o con la mungitura. Gli stimoli sul capezzolo sono trasferiti per via nervosa ad una ghiandola posta in prossimità del cervello (ipofisi) in cui è accumulato l'ormone "ossitocina" e provocano la liberazione di questo ormone nel sangue; l'ossitocina, una volta giunta alla mammella, agisce sulle cellule mioepiteliali che circondano gli alveoli provocandone la contrazione e quindi la spremitura dell'alveolo stesso. In tal modo il latte contenuto all'interno degli alveoli è spinto verso i dotti dai quali discende, successivamente, nella cisterna: questo meccanismo di passaggio del latte dal tessuto secretivo alla cisterna ghiandolare è detto "eiezione del latte".

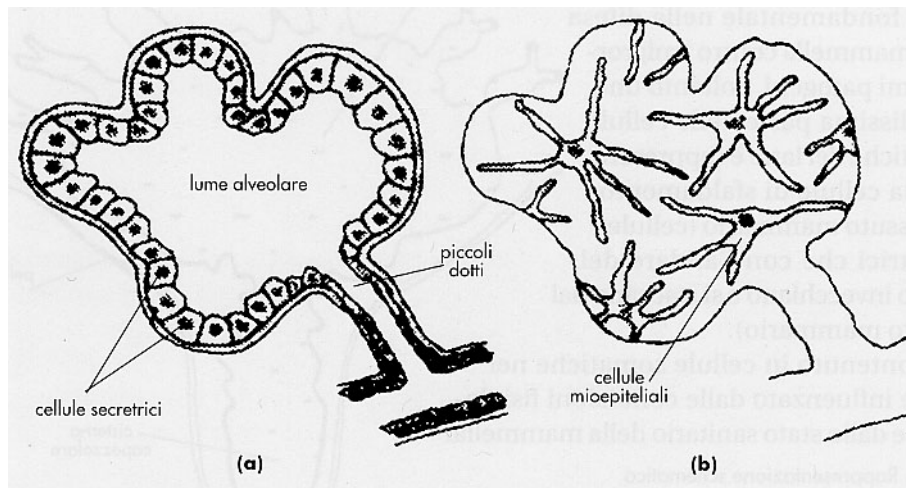



Fig. 4. Schema di alveolo mammario

Il riflesso di eiezione generato dalla stimolazione localizzata della mammella è un atto "incondizionato" e quindi non controllabile dall'animale; altri stimoli abituali associati con le operazioni di mungitura (ad esempio la vista del mungitore, il rumore della macchina mungitrice, la vista dell'alimento distribuito in sala di mungitura) possono comportare il rilascio "condizionato" dell'ossitocina e determinare la discesa anticipata del latte ancora prima dell'attacco dei prendicapezzoli.

Per favorire la discesa del latte dagli alveoli alla cisterna e quindi la sua completa cessione, risulta particolarmente importante il rispetto

della sequenza delle operazioni di mungitura a cui l'animale è stato abituato.

Stimoli differenti da quelli abituali, oppure situazioni che possono provocare spavento nell'animale (ad esempio rumori improvvisi, percosse all'animale, ecc.), impediscono o riducono l'eiezione del latte e quindi la quantità estraibile con la mungitura.

Il latte accumulato all'interno della mammella può essere rimosso naturalmente mediante la poppata oppure artificialmente mediante la mungitura. La mungitura manuale imita la poppata del neonato: in entrambi i casi il latte viene espulso per effetto di una pressione positiva esercitata sul capezzolo dalle mani del mungitore o dalla compressione della lingua del capretto o dell'agnello verso il palato. L'estrazione del latte con la macchina mungitrice avviene, invece, per applicazione del vuoto (pressione negativa).

Al momento dell'estrazione il latte presente all'interno della mammella è suddiviso in due frazioni: il "latte alveolare" contenuto negli alveoli ed il "latte cisternale" contenuto nella cisterna mammaria. Soltanto il latte cisternale può essere estratto dal mungitore oppure dal poppante; quello alveolare può essere estratto soltanto successivamente all'eiezione.

2 MUNGITURA

I principali aspetti della mungitura meccanica su cui l'allevatore deve porre maggiore attenzione, al fine di aumentarne l’efficienza, riguardano la frequenza e l'intervallo fra mungiture, la applicazione del ripasso ed il livello del vuoto della macchina mungitrice. Da tutti questi fattori dipendono la quantità di latte prodotto, la durata della operazione di mungitura e lo stato sanitario della ghiandola mammaria.

2.1. Frequenza

Negli allevamenti ovino e caprino sono eseguite di norma due mungiture giornaliere.

La soppressione di una mungitura comporta la riduzione della produzione di latte, mediamente stimabile intorno al 32% negli ovini e al 15% nei caprini ma fortemente variabile a seconda della razza (dal 5 al 65% negli ovini e dal 4 al 40% nei caprini).

L'introduzione di una terza mungitura provoca, agli attuali livelli di produzione e limitatamente agli ovini, incrementi produttivi generalmente di limitata entità (+11%) ma decisamente trascurabili nelle razze caratterizzate da ampio volume cisternale come la pecora Sarda (solo +2%).

La variazione dell'intermungitura da 9 a 15 ore non influenza, negli animali con livello produttivo medio-alto, il ritmo di secrezione del latte e dei suoi principali componenti (grasso e proteine).

L'estrazione del latte con la macchina mungitrice avviene con applicazione del vuoto che ha il ruolo fondamentale di aprire lo sfintere capezzolare e, per effetto della depressione, consentire il deflusso del secreto. L'aumento del livello del vuoto accresce la velocità di mungitura, ma al di sopra di un certo limite, dipendente dalla elasticità dell'orifizio del capezzolo, esso può creare traumi alla mammella.

Un vuoto eccessivo può comportare, oltreché la maggiore frequenza di fluttuazioni del suo livello (cui consegue il riflusso di latte verso il capezzolo con possibilità di penetrazione dei microrganismi nel canale capezzolare) anche la comparsa di edemi, la distruzione dello strato della cheratina, che ha il ruolo di contrastare la penetrazione dei batteri nella cisterna del capezzolo, e la risalita delle tettarelle sulla

mammella con ostruzioni alla base del capezzolo che impediscono la completa rimozione del latte durante la mungitura.

2.2. Durata

La durata della mungitura è influenzata dalle modalità con cui il latte è ceduto dagli animali. La capacità degli animali di cedere tutto il latte in un solo impulso consente un più veloce svuotamento della mammella. La presenza di animali che cedono il latte in due tempi successivi ben distinti rende necessaria, invece, l'applicazione del ripasso con un allungamento dei tempi di mungitura; questa operazione è tuttavia necessaria per l'ottenimento sia di una maggiore quantità di latte, grazie al miglior svuotamento della mammella, sia di un latte con un maggior contenuto in grasso che, essendo il componente più leggero del latte, è ceduto per ultimo.

La soppressione del ripasso non dovrebbe causare una apprezzabile riduzione della produzione di latte in quegli animali caratterizzati da volume cisternale ampio che è in grado di raccogliere il latte non evacuato della mungitura in atto e quello sintetizzato nella successiva intermungitura.

L'operazione del ripasso è bene sia eseguita comunque negli animali altamente produttivi a seguito di intermungitura prolungata; nel caso di intermungiture fortemente sbilanciate (ad esempio 8/16 ore nel periodo invernale) è consigliabile l'applicazione del ripasso nella sola mungitura (quella pomeridiana) che precede l'intervallo più lungo.

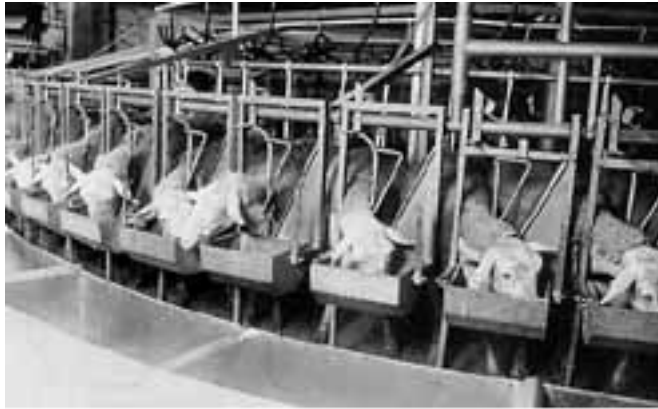



Fig. 5 e 6. Con i moderni imppianti fissi a lattodotto un addetto può mungere mediamente 200 capi/ora

L'eliminazione della operazione del ripasso consente la riduzione dei tempi di mungitura di circa 10-15 secondi per capo e l'eliminazione dell'intervallo tra la mungitura ed il ripasso, durante il quale la macchina munge a vuoto, con notevoli vantaggi per la sanità del tessuto mammario.

3 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DELLA MUNGITRICE

La mungitura eseguita con le moderne macchine mungitrici ricorda i momenti della suzione naturale dell'agnello o del capretto e, per questo motivo, deve essere considerata più fisiologoca della mungitura a mano.

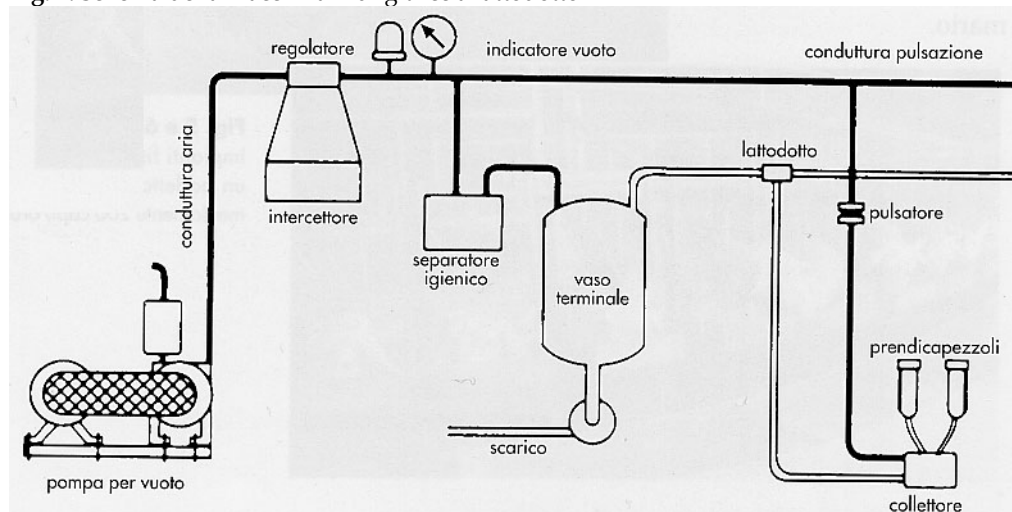
Il compito della macchina mungitrice, pertanto, è quello di estrarre il latte dalla mammella senza comprometterne la salute e mantenendo inalterate le qualità organolettiche del prodotto.

> Sui capezzoli si applica un vuoto parziale, o depressione, che consente al latte di fuoriuscire dalla mammella nella quale si trova a pressione atmosferica.

Questa depressione si ottiene tramite l'estrazione, dall'interno dell'impianto, di una ben determinata quantità di aria, in modo che la pressione dell'aria che si trova all'interno dell'impianto stesso risulti circa la metà di quella che si trova all'esterno dell'impianto.

La mungitrice è schematicamente composta dal (fig. 7):

- sistema del vuoto;
- gruppo prendicapezzoli;
- pulsatore;
- lattodotto.

Fig. 7. Schema della macchina mungitrice a lattodotto

Sistema del vuoto

Il sistema del vuoto consiste in una conduttura chiusa, chiamata conduttura dell'aria o del vuoto, attraverso cui viene estratta parte dell'aria presente all'interno dell'impianto di mungitura.

Per estrarre l'aria dalle condutture viene usata una pompa per vuoto azionata, solitamente, da un motore elettrico.

Sulla linea principale dell'aria viene installato un intercettore con la duplice funzione di proteggere la pompa da impurità solide o liquide che potrebbero essere aspirate dalla pompa stessa e di contribuire ad ammortizzare le fluttuazioni di vuoto causate dagli ingressi d'aria attraverso i prendicapezzoli.

Il sistema del vuoto è completato da un regolatore e da un vuotometro. Il regolatore del vuoto costituisce l'organo di sicurezza dell'impianto in quanto mantiene costante il livello del vuoto all'interno dell'installazione, mentre il vuotometro indica il livello di vuoto nelle condutture.

Il vuoto viene utilizzato per due fini differenti: aprire il canale del capezzolo e stimolare l'animale.

L'applicazione all'interno della guaina di mungitura di un vuoto costante (in media 40-42 kPa) serve a vincere le forze che mantengono chiuso il canale del capezzolo. La funzione di stimolare l'animale è svolta dalla pulsazione che determina la periodica chiusura della guaina sul capezzolo.

Gruppo prendicapezzoli

Il gruppo prendicapezzoli è costituito essenzialmente da due prendicapezzoli veri e propri, da altrettanti tubi corti del latte e della pulsazione e dal collettore. I prendicapezzoli sono formati da un bossolo rigido che contiene la guaina in gomma che viene applicata al capezzolo (fig. 8). L'intercapedine fra la parete interna del tubo metallico e la parete esterna della guaina forma la camera di pulsazione. Quest'ultima, ad opera del pulsatore, è alternativamente messa in comunicazione col vuoto o con l'aria atmosferica; in tal modo l'aspirazione del latte non risulta continua ma ciclica.

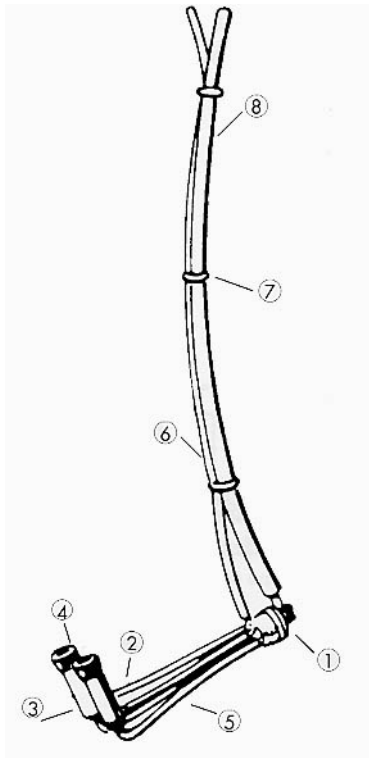



Fig. 8. Gruppo prendicapezzoli: 1) collettore del latte; 2) tubo corto di pulsazione; 3) portaguaina o cannello; 4) guaina o tettarella; 5) tubo corto del latte 6) tubo lungo di pulsazione; 7) anello di gomma; 8) tubo lungo del latte.

Pulsatore

Il pulsatore, che rappresenta uno dei componenti più delicati della mungitrice, determina mediante apposita valvola l'alternarsi del vuoto e della pressione atmosferica, cioé la pulsazione.

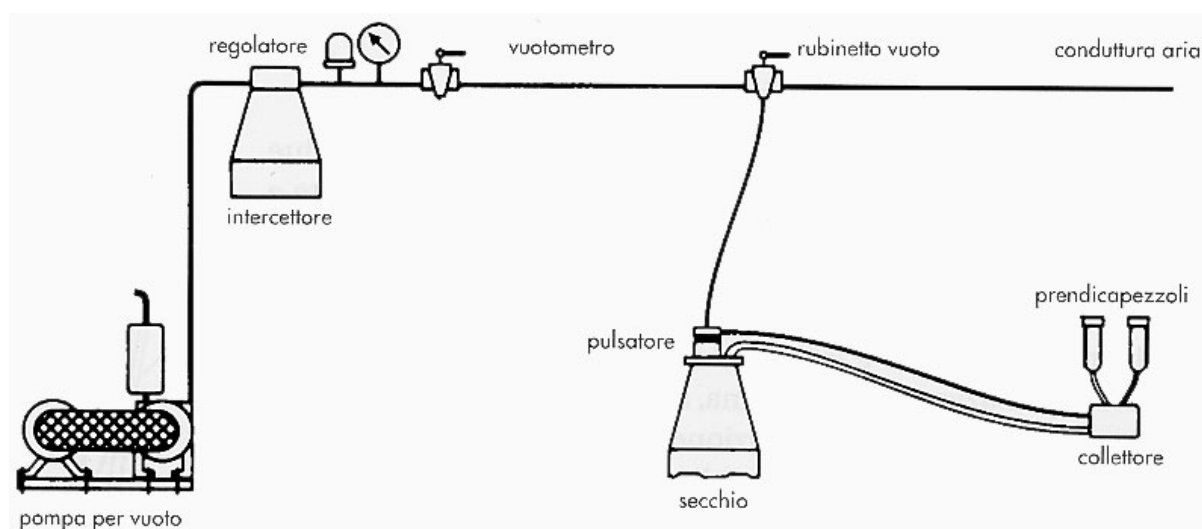
> I movimenti ciclici del pulsatore regolano l'emissione del latte ed evitano i danni che potrebbero derivare da un'aspirazione continua.

La camera di pulsazione, tramite il pulsatore, viene messa in comunicazione con la pompa per vuoto o con l'aria atmosferica. Nel primo caso (fase di mungitura) in corrispondenza dell'orificio del capezzolo si crea una depressione che consente la discesa del latte . Nel secondo caso (fase di massaggio) l'aria atmosferica che penetra nella camera di pulsazione comprime la guaina sul capezzolo interrompendo la mungitura.

Lattodotto

Il lattodotto, che trasporta il latte e l'aria, ha il compito di convogliare il latte prodotto dai diversi capi verso i recipienti di raccolta e di fornire il vuoto ai gruppi prendicapezzoli. Per questo motivo il diametro della conduttura del latte deve risultare sufficiente a smaltire il latte mantenendolo sempre ben separato dall'aria.

Negli impianti a secchio o a carrello non è presente il lattodotto in quanto il latte estratto dal gruppo prendicapezzoli viene convogliato direttamente in un secchio tenuto sotto vuoto (fig. 9).

Fig. 9. Schema della mungitrice a secchio.

Parte seconda

I COMPONENTI DELLA MACCHINA MUNGITRICE

4 CIRCUITO DEL VUOTO

4.1 Pompa per vuoto

Funzionamento

La pompa per vuoto, denominata comunemente depressore, rappresenta il cuore della macchina mungitrice. Essa ha il compito di estrarre l'aria dalla tubazione del vuoto e, tramite quest'ultima, stabilire una depressione costante in tutti i punti dell'impianto.

Il volume d'aria aspirato dalla pompa nell'unità di tempo, ad un ben definito livello di vuoto, rappresenta la portata della pompa per vuoto e viene espressa in litri al minuto (l/min).

Il riferimento ad un preciso livello di vuoto, di norma 50 kPa (chiloPascal), è fondamentale per effettuare una corretta comparazione dei valori delle portate delle pompe. Infatti, all'aumentare del livello di vuoto diminuisce la portata d'aria (e viceversa). Se al vuoto di 50 kPa si misura una portata di 1.000 l/min, la stessa pompa a 60 kPa riuscirà ad estrarre solo 700 l/min, mentre a 40 kPa la portata arriverà a 1.200 l/min.

La portata della pompa è condizionata anche dall'altitudine: quando la pressione atmosferica è bassa, come nelle quote superiori a 300 m sul livello del mare, la pompa estrae dall'impianto un minor volume d'aria.

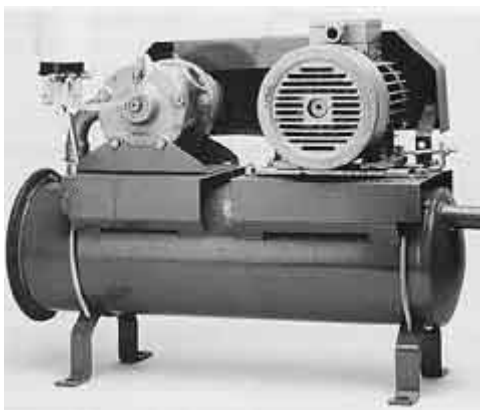



Fig. 10. La trasmissione del moto dal motore elettrico alla pompa avviene tramite una o due cinghie.

La pompa per vuoto viene azionata da un motore elettrico di potenza variabile in funzione del tipo e della portata della pompa stessa (fig. 10).

Poiché la mungitura non può interrompersi, è consigliabile munirsi di un generatore di corrente o di un motore a scoppio ausiliario che servirà in caso di guasto del motore elettrico o di interruzione della fornitura di energia elettrica.

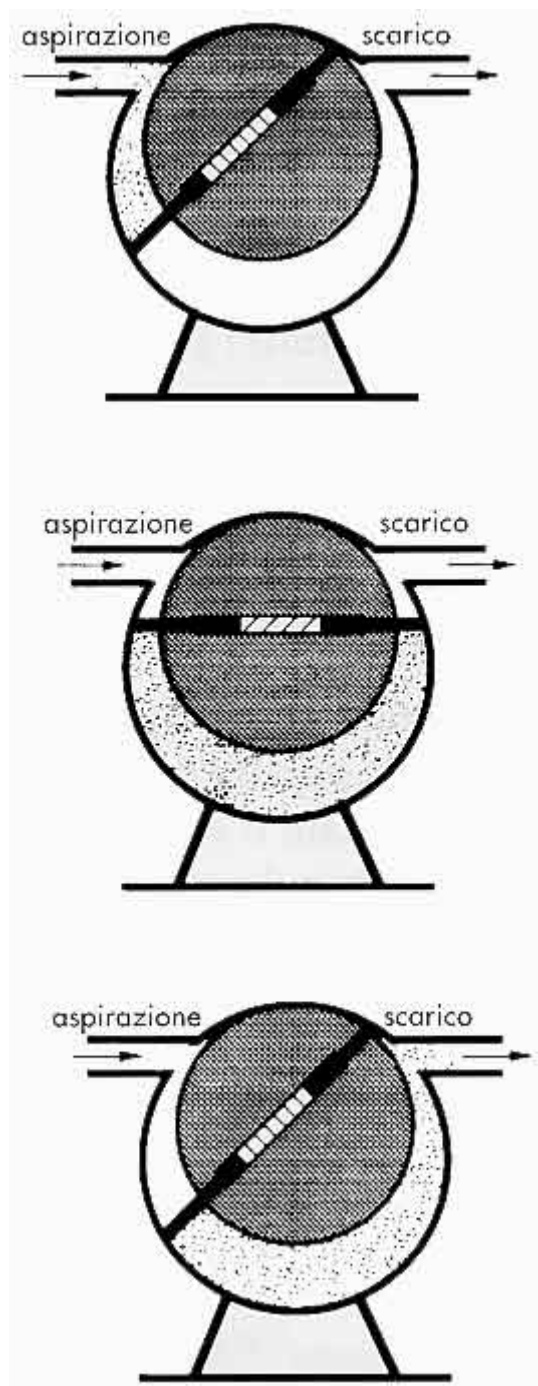



Fig. 11. Funzionamento di una pompa rotativa a due palette(il volume d'aria aspirato è indicato dalla zona retinata). Nella prima fase l'aria entra nella camera di aspirazione; nella seconda viene isolata tra le palette; nella terza viene scaricata.

Modelli

I modelli di pompa per vuoto maggiormente diffusi sono di tipo rotativo. Fanno eccezione alcune mungitrici a carrello che utilizzano pompe a pistoni.

Le pompe rotative sono essenzialmente composte da un cilindro cavo, fisso, all'interno del quale ruota un secondo cilindro, eccentrico rispetto al primo, portante alcune palette mobili (fig. 11). La portata della pompa risulta equivalente al volume esistente fra cilindro fisso e cilindro mobile moltiplicato per il numero di giri.

Nell'ambito delle pompe rotative può essere fatta un'ulteriore suddivisione: pompe a secco, pompe in bagno d'olio e pompe ad anello liquido.

Le pompe per vuoto rotative a secco sono munite di palette in grafite e non necessitano di lubrificazione. Essendo pompe piuttosto

delicate, nel caso siano sprovviste di valvola di non ritorno (fig. 12), è necessario evitare che si verifichino controrotazioni. Queste pompe, di norma, sono flangiate al motore elettrico (fig. 13).

Fra i modelli non lubrificati occorre ricordare la pompa a lobi; questi ultimi sono montati su alberi di trasmissione con cuscinetti a sfera (fig. 14). Con la pompa a lobi si ottiene, rispetto alle pompe rotative, una considerevole riduzione del rumore ed una semplificazione delle operazioni di ordinaria manutenzione; per contro, il prezzo di acquisto risulta più elevato.

Nelle pompe lubrificate, l'olio distribuito nella scatola cilindrica interna crea un velo che agevola lo scorrimento delle palette, realizzate in lega speciale, e migliora la tenuta all'aria.

La pompa ad anello liquido (fig. 16) non richiede lubrificazione in quanto lo strato d'acqua che si forma all'interno del cilindro cavo rende minimo l'attrito fra le parti in movimento. L'acqua viene immagazzinata in un serbatoio di circa 120 l il cui livello viene controllato da un galleggiante collegato alla rete idrica; ogni tre mesi occorre cambiare l'acqua nel serbatoio. Rispetto agli altri modelli la pompa ad anello liquido risulta più costosa, ma presenta il vantaggio di essere assai silenziosa e, non utilizzando olio, assolutamente non inquinante.

Nella maggior parte dei modelli la trasmissione del moto dal motore elettrico alla pompa avviene tramite una o due cinghie trapezoidali. Il regime di rotazione del motore è generalmente di circa 1.400 giri/min, mentre quello della pompa risulta sempre inferiore.

A sinistra: **Fig. 12.** La "valvola di non ritorno" evita la controrotazione della pompa per vuoto al momento del suo spegnimento.
A Destra: **Fig. 13.** Le pompe per vuoto rotative a secco sono munite di palette in grafite e non necessitano di lubrificazione (fonte Tecnosat).

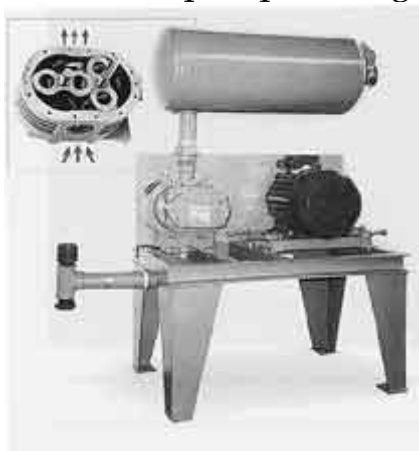
Scelta

Fra i diversi fattori che concorrono alla scelta del tipo e della capacità della pompa per vuoto il più importante è rappresentato dal numero di gruppi prendicapezzoli.

Per piccole installazioni, con 2-4 gruppi, ci si può orientare, per l'economicità di acquisto e il ridotto impiego orario, verso la pompa a secco. La portata, che di norma non supera i 600 l/min, viene notevolmente influenzata dalla pressione atmosferica in quanto diminuisce progressivamente all'aumentare dell'altitudine. La potenza assorbita dalla pompe a secco è piuttosto elevata, in media risulta necessario 1 kW per 275 l/min di portata: una pompa di 220 l/min richiede un motore elettrico di 0,8 kW.

Per gli impianti medio-grandi, ipotizzando un utilizzo giornaliero più elevato, è preferibile installare una pompa lubrificata (fig. 15) che funziona ad un regime di rotazione inferiore e presenta una minore usura delle palette.

> Per migliorare le prestazioni della pompa per vuoto si può aumentare il regime di rotazione al quale, però, corrisponde una maggiore usura della palette.

L'efficienza della pompa lubrificata risulta meno influenzata dall'altitudine rispetto a quella della pompa a secco, proprio in virtù del velo formato dall'olio all'interno della scatola cilindrica fissa. I diversi modelli di pompe in bagno d'olio hanno portate che vanno da circa 200

A sinistra: **Fig. 14.** La pompa per vuoto delo tipo “a lobi” risulta poco rumorosa e non richiede lubrificazione (fonte brevetti Cremonesi).
Sopra: **Fig. 15.** La pompa per vuoto “ad anello liquido” non richiede lubrificazione in quanto lo strato d’acqua che si forma all’interno del cilindro cavo riduce al minimo l’attrito fra le parti in movimento (fonte SAC).

l/min fino a 3.000 l/min. La potenza necessaria per azionare le pompe lubrificate è abbastanza contenuta, normalmente ad 1 kW assorbito dal motore corrispondono 350-400 l/min di portata; ciò significa che per una pompa di 1.600 l/min è richiesta una potenza di circa 4 kW.

Le pompe in bagno d'olio, rispetto a quelle a secco, hanno il vantaggio di una maggiore portata, di un minor consumo di energia, di una maggiore durata e di una migliore tenuta di vuoto.

Numerosi modelli di pompe sono muniti di dispositivo per il recupero dell'olio che, in ogni caso, andrà vuotato ogni 100 ore di lavoro.

Dimensionamento

Nella tabella 1 sono riportate le relazioni che consentono il calcolo

Tabella 1 - Portata della pompa per vuoto con valvola manuale di chiusura del collettore*.

Specie da latte	Gruppi di mungitura (n)	Impianti a lattodotto con vaso misuratore	Impianti a secchio, a bidone e a carrello
Capre	fino a 10	200 + 80 n	230 + 50 n
	oltre 10	1100 + 50 (n-10)	
Pecore	fino a 10	250 + 100 n	250 + 60 n
	oltre 10	1300 + 60 (n-10)	

*I valori ricavati dalla tabella sono indicativi; per il calcolo esatto della portata si deve ricorrere ad un procedimento analitico.

abbreviato dei valori minimi di portata della pompa al livello di vuoto di 50 kPa. Per la mungitura degli ovini con impianti a lattodotto fino ad un massimo di 10 gruppi prendicapezzoli si ritiene necessaria una portata della pompa pari a 250 + 100 n l/min di aria, dove n rappresenta il numero di gruppi. Per installazioni con oltre 10 gruppi sono richiesti 1.300 + 60 (n - 10) l/min di aria.

Per un impianto per pecore del tipo a lattodotto con 48 (24+24) poste e 12 gruppi prendicapezzoli, ad esempio, la portata della pompa deve raggiungere i 1.420 l/min. Per un impianto con le stesse caratteristiche utilizzato per la mungitura delle capre è sufficiente una pompa da 1.200 l/min.

Per tenere conto del fatto che con l'uso la pompa riduce la sua efficienza, si consiglia di aumentare del 10% i valori della portata ottenuti con le predette formule.

Come si vede si tratta di valori più alti di quelli utilizzati per le vacche in quanto si è tenuto conto dei maggiori consumi d'aria che si registrano nelle fasi di applicazione e di stacco dei prendicapezzoli che nelle pecore e nelle capre, come è noto, si verificano con una maggiore frequenza. I predetti valori di portata tengono conto dei vasi misuratori del latte in quanto, anche se non sono presenti nell'impianto, vengono in ogni caso installati in occasione dei controlli funzionali.

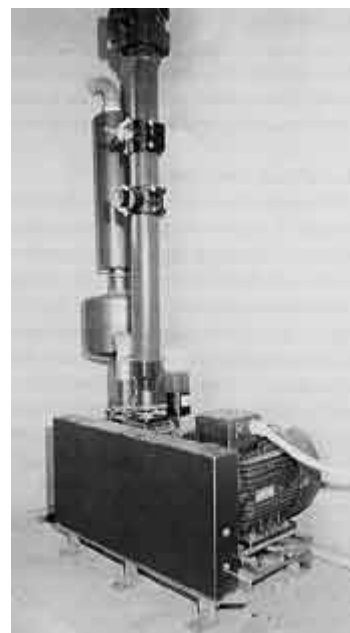



Fig. 16. Pompa per vuoto di tipo lubrificato (fonte Costruzioni Meccaniche Dettori). Questo tipo di pompa risulta più efficiente e garantisce una maggiore durata delle pompe a secco.

Riserva utile

La riserva utile del vuoto costituisce un elemento basilare per il corretto funzionamento dell'impianto di mungitura. Nel caso di riserva utile inadeguata i tempi di mungitura si allungano, le fluttuazioni del vuoto aumentano e i gruppi cadono con maggiore frequenza.

La riserva utile corrisponde al volume d'aria che entra dal regolatore del vuoto nel corso della mungitura. Essa rappresenta una quota della portata della pompa immediatamente disponibile per compensare gli ingressi d'aria che si possono verificare nella routine di mungitura (attacco e stacco dei gruppi prendicapezzoli, sgocciolatura

meccanica) e quelli imprevisti causati dallo scivolamento delle guaine o dalla caduta dei gruppi.

> La pompa per vuoto, quidi, risulta sovradimensionata rispetto ai normali ingressi d'aria per compensare quelli imprevisti o accidentali.

Al pari della portata della pompa, anche la riserva utile è correlata alle caratteristiche e alle dimensioni degli impianti (tab. 2).

La riserva utile necessaria per la mungitura dei caprini risulta inferiore, mediamente, del 20% circa rispetto a quella degli ovini. La differenza è determinata dal fatto che le capre, avendo un tempo maggiore di emissione del latte, richiedono un numero minore di operazioni di attacco-stacco nell'unità di tempo con conseguente minore ingresso d'aria durante la mungitura.

> La stabilità del vuoto durante la mungitura non dipende solamente dal valore della riserva utile. Anche l'utilizzazione di un regolatore poco efficiente può rendere instabile il vuoto a prescindere dall'ammontare della riserva.

Modalità di installazione

Al fine di ridurre la lunghezza delle tubazioni e di limitare le perdite di carico, vale a dire le diminuzioni di portata a causa dell'attrito prodotto dal movimento dell'aria nelle condutture, è opportuno installare la pompa in un apposito vano (sala motori) ubicato il più vicino possibile alla sala di mungitura.

Per rendere possibili i controlli tecnici sulle pompe, come ad esempio la verifica del regime di rotazione, è indispensabile che gli alberi delle pulegge della pompa e del motore siano facilmente accessibili. E' importante curare l'isolamento elettrico della pompa per non rischiare, in caso di cortocircuito, di scaricare tensione sull'impianto di mungitura. A tal fine, quando le condutture dell'aria sono in materiale metallico, è opportuno installare sulla conduttura principale un manicotto isolante (fig. 17).

Tabella 2 - Riserva utile del vuoto con dispositivo manuale di chiusura del collettore.

Specie da latte	Gruppi di mungitura (n)	Impianti a lattodotto e a vaso misuratore l/min	Impianti a secchio
Capre	da 2 a 10 oltre 10	180 + 50 n 680 + 30 (n - 10)	180 + 30 n
Pecore	da 2 a 10 oltre 10	240 + 60 n 840 + 40 (n - 10)	180 + 40 n

La pompa dovrà riportare con lettere indelebili alcuni dati fra cui: il nome del costruttore o del fornitore, il numero di serie per l'identificazione, la potenza richiesta in kW e il lubrificante raccomandato, se impiegato.

4.2 Condutture dell'aria

Le condutture dell'aria, dette comunemente condutture del vuoto, si possono suddividere in due parti ben distinte (figg. 7-18):

- *conduttura principale dell'aria,* che va dalla pompa per vuoto al separatore igienico;
- *conduttura dell'aria di pulsazione,* denominata anche conduttura secondaria dell'aria, che collega la conduttura principale dell'aria ai pulsatori.

La conduttura principale, attraverso cui passa tutta l'aria aspirata dalla pompa per vuoto, ha un diametro maggiore di quella della pulsazione che deve smaltire solamente l'aria immessa tramite i pulsatori.

Nelle condutture dell'aria è necessario prevedere valvole di drenaggio per scaricare acque di condensa o altri liquidi eventualmente penetrati nei tubi. Le valvole di drenaggio vanno montate al termine di ogni tratto rettilineo di conduttura e nel punto in cui questa risulta più bassa.

Il diametro interno delle condutture deve essere determinato in modo da assicurare una buona stabilità del vuoto all'interno dell'impianto. Questo requisito risulta soddisfatto quando la caduta di vuoto fra pompa per vuoto e terminale del latte non è superiore a 2 kPa.

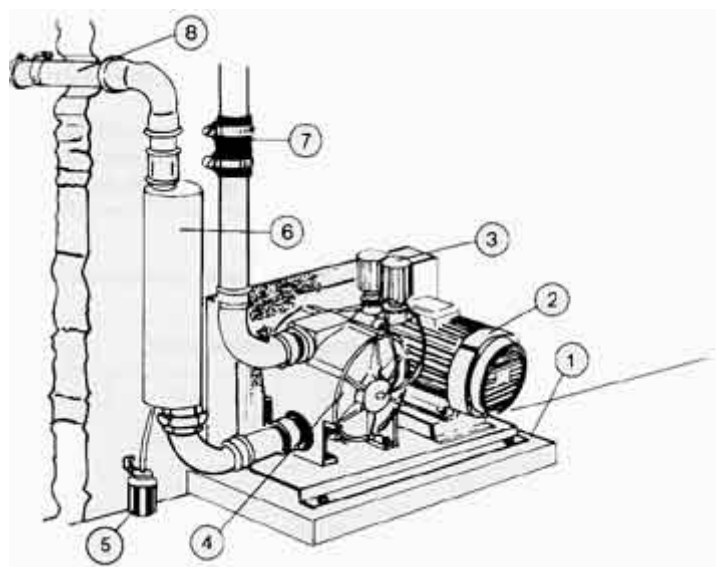



Fig. 17. Gruppo motore pompa 1) basamento 2) motore elettrico 3) oliatori 4) pompa per vuoto 5) recupero olio 6) silenziatore 7) manicotto isolante 8) scarico.

Nella tabella 3 sono indicati i diametri minimi consigliati per le condutture dell'aria in funzione della portata della pompa per vuoto al fine di evitare cadute di vuoto maggiori di 2 kPa. Attualmente la maggior parte dei costruttori installa condutture dell'aria con un diametro superiore a quello minimo raccomandato. In tal modo si riducono notevolmente le fluttuazioni di vuoto in quanto la caduta di vuoto fra pompa e terminale è di circa 0,5-1 kPa.

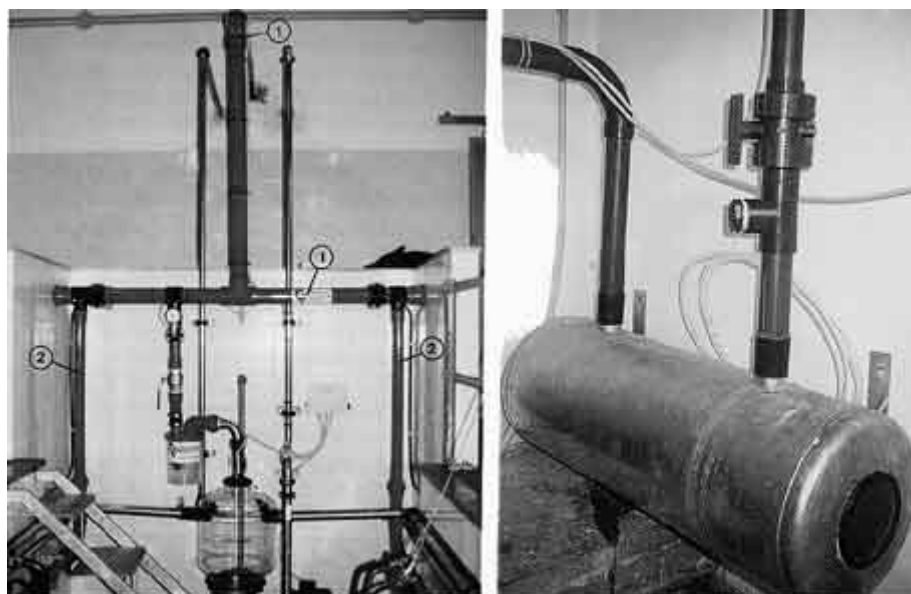
Tabella 3 - Diametro interno minimo (in mm) delle condutture dell'aria e del latte negli impianti a lattodotto

Conduttura	n° gruppi prendicapezzoli			
	6	**12**	**16**	**24**
Principale aria	40-50	50-60	70-80	80-90
Secondaria aria	20	30	35	40
Lattodotto	30-34	44-46	45-50	50-52

4.3 Intercettore e separatore igienico

L'intercettore, denominato anche serbatoio del vuoto, ha la duplice funzione di impedire ai liquidi (latte e acque di lavaggio) e alle impurità solide di raggiungere e danneggiare la pompa e di attenuare le variazioni del vuoto. Esso viene montato sulla conduttura principale dell'aria fra la pompa ed il regolatore (fig. 19).

Il diametro interno d'ingresso e di uscita dell'intercettore dovrà essere il medesimo e risultare uguale a quello della conduttura dell'aria. Risulta importante dotare l'intercettore di un sistema di sicurezza per

impedire che eventuali fluidi penetrati al proprio interno possano raggiungere la pompa; inoltre, deve essere presente un sistema di drenaggio automatico in grado di evacuare i liquidi quando la pompa si arresta. Negli impianti fissi, l'intercettore dovrà avere una capacità minima effettiva di 15 l e possedere un'apertura per effettuare l'ispezione e il lavaggio.

A sinisttra: **Fig. 18** Diramazione delle condutture dell'aria (fonte Alfa Laval). Questo tipo di
A destra: **Fig. 19** L'intercettore o serbatoio del vuoto viene montato sulla conduttura principale dell'aria fra la pompa e il regolatore del vuoto (Fonte Agritalia)

Il separatore igienico è un vaso posto tra la conduttura dell'aria ed il vaso terminale del latte per prevenire movimenti di latte verso la conduttura dell'aria. Esso, rappresentando l'elemento che collega il circuito dell'aria con quello del latte, fornisce il vuoto al vaso terminale che a sua volta, tramite il lattodotto, lo porta fino ai gruppi prendicapezzoli (fig. 20).

Il separatore igienico dovrà essere provvisto di una valvola di drenaggio e di un sistema automatico per interrompere il vuoto nel caso di penetrazione di liquidi al suo interno.

E' consigliabile prevedere il lavaggio in circuito del separatore, perché in caso contrario difficilmente il mungitore provvederà a

smontare e a pulire manualmente il vaso. Quest'ultimo deve possedere una capacità minima di 3 l.

4.4 Regolatore del vuoto

Funzione

Il regolatore del vuoto è una valvola automatica, installata sulla conduttura principale dell'aria, concepita per mantenere costante il livello del vuoto nella macchina mungitrice. Il regolatore, pertanto, deve impedire l'innalzamento del vuoto oltre un valore prefissato e attenuare

Fig. 20 Il separatore igienico rappresenta l'elemento che collega il circuito del vuoto con quello del latte (fonte Costruzioni Meccaniche Dettori): 1) conduttura dell'aria 2) filtro del latte 3) separatore igienico 4) lattodotto 5) terminale del latte 6) conduttura di scarico del latte 7) bocchettone in gomma.

le cadute di vuoto che si verificano in corrispondenza di ingressi d'aria occasionali (spostamento dei gruppi prendicapezzoli da un animale all'altro, sgocciolatura meccanica, ecc.).

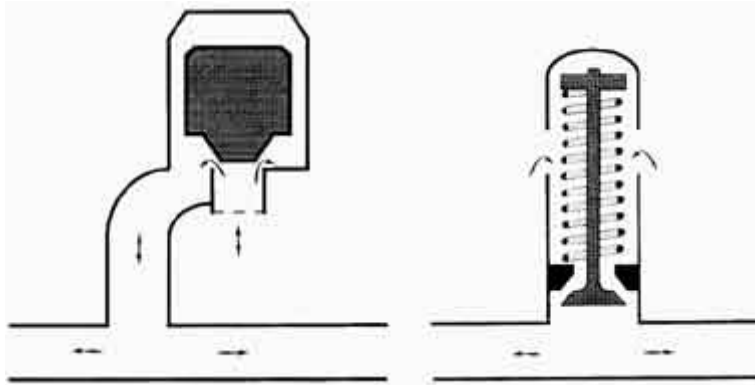
Un buon regolatore deve essere in grado, chiudendosi ed aprendosi, di compensare il più rapidamente possibile i volumi d'aria che penetrano dai vari componenti dell'impianto.

Il meccanismo di regolazione può essere così schematizzato:

- la pompa per vuoto estrae costantemente aria, creando il vuoto all'interno delle condutture e dei componenti;

- il regolatore è sempre in funzione (aperto) durante la mungitura e se ne avverte il caratteristico rumore (sibilo) causato dall'aria che penetra al suo interno;
- il regolatore tende ad aprirsi, facendo entrare un maggior volume d'aria, quando il vuoto supera il livello prefissato. In tal modo il vuoto si abbassa finché non raggiunge il valore iniziale;
- il regolatore tende a chiudersi, facendo entrare una minore quantità d'aria, nel momento in cui il livello di vuoto si abbassa. In tal modo il vuoto si innalza riportandosi al valore iniziale.

Il regolatore, pertanto, garantisce una riserva utile di vuoto che diventa automaticamente disponibile quando si verificano ingressi d'aria occasionali.

La portata del regolatore deve essere adeguata alle carattersistiche dell'impianto di mungitura sul quale viene montato; deve perciò possedere una portata almeno uguale a quella della pompa per vuoto misurata a 50 kPa (vuoto nominale).

A sinistra: **Fig. 21** Regolatore del vuoto “a peso compensato” Questo tipo di valvola non si stara facilmente ma deve essere montata in posizione perfettamente verticale.

A destra: **Fig. 22** I regolatori “a molla” sono costituiti da una valvola sulla quale agisce una molla: si abbassa il vuoto aumentando la pressione della molla e viceversa.

Tipi di regolatore

I regolatori del vuoto possono essere suddivisi in tre grandi gruppi: a peso, a molla e servoassistiti.

I *regolatori a peso* (fig. 21) sono costituiti da una valvola, che chiude il foro di comunicazione con l'aria atmosferica, sulla quale poggia un contrappeso. La massa del contrappeso dipende dalle dimensioni del

foro attraverso il quale passa l'aria e dal livello del vuoto che si vuole mantenere all'interno dell'impianto.

Questo tipo di valvola non si stara facilmente ma deve essere montato in posizione perfettamente verticale. Se dopo l'installazione si vuole abbassare il livello di vuoto è necessario ridurre la massa del contrappeso, mentre la si deve aumentare per innalzare il vuoto. L'impiego dei regolatori a peso è limitato a piccoli impianti.

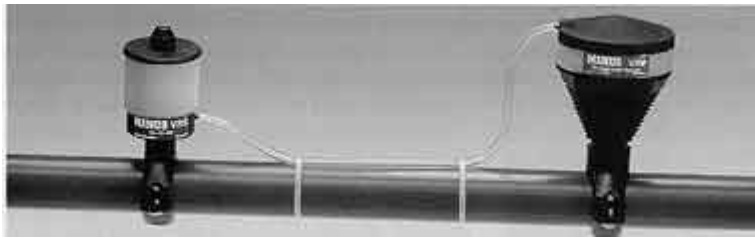
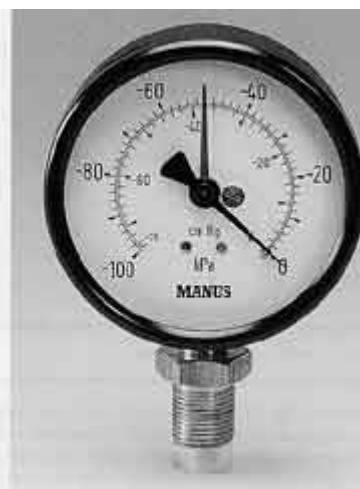
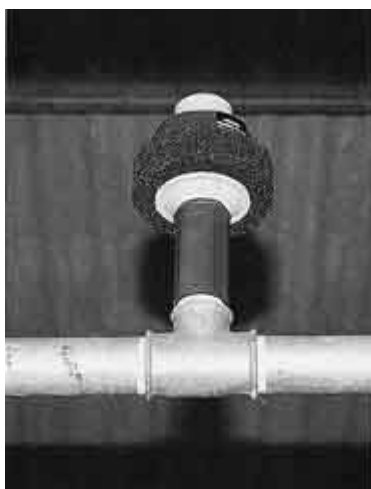



Fig. 23 Regolatore servoassistito munito di sensore a distanza (fonte Manus)

I *regolatori a molla* (fig. 22) sono costituiti da una valvola sulla quale agisce una molla. Variando la pressione della molla con l'avvitamento del dado di contrasto è possibile modificare il livello di vuoto nell'impianto. Il funzionamento di questi regolatori risulta indipendente dalla gravità, pertanto non è necessario che siano montati in posizione perfettamente verticale. Il regolatore a molla si stara più facilmente di quello a peso.

Se si desidera abbassare il vuoto occorre aumentare la pressione della molla, mentre la si deve diminuire per innalzare il vuoto. Questi regolatori vengono utilizzati solamente su mungitrici a carrello o su impianti mobili.

A sinistra: **Fig. 24** Regolatore servoassistito con sensore incorporato (Fonte Lorraine).

A destra: **Fig. 25** L'indicatore del vuoto o vuotometro fornisce la differenza fra la pressione atmosferica e quella esistente all'interno dell'impianto (Fonte Manus).

I *regolatori servoassistiti* (fig. 23) sono costituiti da una valvola la cui posizione è contrastata da una molla o da un contrappeso collegato ad un sensore. Quest'ultimo, amplificando le variazioni di vuoto che si verificano nell'impianto, consente di regolare in maniera assai rapida e precisa l'ingresso d'aria e, quindi, di mantenere stabile il livello di vuoto.

I regolatori servoassistiti possono essere di diverso tipo: quelli che registrano le variazioni di vuoto nello stesso punto nel quale entra l'aria atmosferica e quelli che, essendo provvisti di sensore a distanza, possono captare le variazioni di vuoto in punti diversi da dove entra l'aria. La calibrazione del vuoto può effettuarsi agendo direttamente sulla vite di regolazione.

I regolatori servoassistiti rappresentano quanto di meglio offra l'attuale tecnologia in questo specifico settore.

Questi modelli, rispetto agli altri tipi di regolatore, sono maggiormente sensibili alle variazioni di vuoto ed entrano in funzione più rapidamente. La loro adozione, anche sulla base dell'elevato prezzo di acquisto, si giustifica maggiormente in impianti di mungitura medio-grandi.

Montaggio

Il regolatore va montato rigidamente, in posizione verticale e il più possibile isolato dalle vibrazioni rispettando le istruzioni del costruttore. In considerazione del rumore prodotto dalla valvola, la scelta del luogo deve essere fatta in modo da minimizzare il rumore per l'operatore. Inoltre, si devono evitare luoghi polverosi ed umidi.

Il regolatore deve essere installato fra il serbatoio e il primo componente di mungitura, lontano da curve e gomiti e in un punto facilmente accessibile per facilitare la manutenzione ed eventuali controlli tecnici.

Il regolatore dovrà riportare con lettere indelebili alcuni dati, fra cui il nome del costruttore e del fornitore, la marca e il tipo di valvola, la portata d'aria al livello di vuoto nominale (50 kPa).

4.5 Indicatore del vuoto

Il livello del vuoto della macchina mungitrice è tenuto sotto costante misurazione mediante un apposito manometro chiamato indicatore del vuoto o vuotometro. Esso fornisce istantaneamente il livello di vuoto, vale a dire la differenza tra la pressione atmosferica ambiente e quella esistente all'interno dell'impianto. Quando la pompa è ferma l'indicatore segna zero kPa (100-100), mentre se nel corso della mungitura l'indicatore segna un vuoto di 42 kPa (100-58) significa che nell'impianto la pressione è pari a 58 kPa.

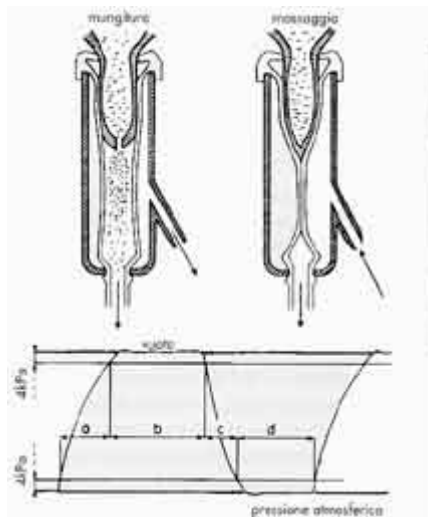
Di solito accanto alla scala in kPa vi è anche quella in cm di Hg (di mercurio). Si osservi che nel vuotometro la scala dei valori va in senso contrario a quello delle lancette dell'orologio. Per il migliore utilizzo di questi strumenti è necessario effettuare l'installazione nel tratto di conduttura dell'aria dopo il regolatore, posizionandoli in modo tale da consentire una facile lettura da parte dell'operatore durante la mungitura.

5 PULSATORE

5.1 Fasi della pulsazione

La mungitura meccanica non può avvenire applicando ai capezzoli una depressione (o vuoto) costante senza correre il rischio di danneggiare seriamente l'apparato mammario dell'animale, in quanto nei tessuti sottoposti all'azione del vuoto si verificherebbe il blocco della circolazione sanguigna. Risulta necessario, pertanto, applicare ai capezzoli il vuoto pulsante a perfetta imitazione della suzione dell'agnello o del capretto. Ciò si ottiene con un particolare dispositivo, il pulsatore, che permette di togliere il vuoto dalla superficie esterna del capezzolo schiacciando la guaina sotto la punta del capezzolo stesso.

Il pulsatore, in pratica, alterna la depressione o vuoto (fase di aspirazione o mungitura) alla pressione atmosferica (fase di massaggio) nello spazio tra il portaguaina e la guaina (camera di pulsazione).

> Con la sua azione il pulsatore provoca ciclicamente l'apertura (quando viene estratta l'aria) e la chiusura (quando viene immessa l'aria) delle guaine che avvolgono i capezzoli.

A sinistra: **Fig. 26** Il ciclo di pulsazione è dato dalla somma delle 4 fasi (a+b+c+d), mentre la frequenza di pulsazione è rappresentata dal numero di cicli al minuto.

A destra: **Fig. 27** Centralina di pulsazione per il comando di 14 pulsatori (Fonte Mnus)

Benché i cambiamenti dalla fase di massaggio a quella di mungitura siano rapidi essi non risultano mai istantanei. Pertanto, in un *ciclo di pulsazione,* come si rileva dal diagramma di figura 26, si distinguono le seguenti quattro fasi:

a) di passaggio fra il massaggio e la mungitura (il vuoto aumenta e la guaina inizia ad aprirsi);
b) di mungitura (il vuoto è al massimo e la guaina rimane aperta);
c) di passaggio fra la mungitura ed il massaggio (il vuoto diminuisce e la guaina inizia a chiudersi);
d) di massaggio (il vuoto è al minimo e la guaina rimane chiusa).

La durata di ogni singola fase viene solitamente espressa in % del tempo necessario per lo svolgimento di un intero ciclo di pulsazione. Quest'ultimo può essere registrato e reso in diagramma da un apposito strumento denominato pulsografo.

La *frequenza di pulsazione* è data dal numero di cicli al minuto. Se il pulsatore è regolato alla frequenza di 180 cicli/minuto, la durata di ciascun ciclo sarà di circa 330 ms (millisecondi) e quella della fase di mungitura di circa 150 ms.

Per un'efficace mungitura è di fondamentale importanza, oltre alla frequenza di pulsazione, il *rapporto del pulsatore,* vale a dire il rapporto fra la durata della fase di mungitura e quella di massaggio. Di solito il rapporto del pulsatore viene indicato con un rapporto a due cifre, ad esempio, 60 : 40 o 50 : 50.

Con un rapporto 60 : 40 la guaina utilizza il 60% del ciclo per aprirsi o essere aperta completamente (fasi a + b) ed il 40% del ciclo per chiudersi o essere chiusa completamente (fasi c + d).

Fig. 28 Pulsatore individuale di tipo pneumatico

In altri casi il rapporto di pulsazione viene espresso con un solo valore percentuale: un rapporto del 50% significa che la durata delle prime due fasi (a + b) è pari al 50% del tempo dell'intero ciclo di pulsazione (a + b + c + d).

5.2 Tipi di pulsatore

I pulsatori possono venir comandati in modo centralizzato, oppure singolarmente. Il pulsatore si definisce individuale quando il dispositivo di azionamento - che può essere di tipo pneumatico, elettronico o elettromeccanico - risulta incorporato nel pulsatore stesso.

Si parla invece di pulsatore, o più propriamente di ripetitore centralizzato (fig. 27), quando il dispositivo di azionamento (installato in sala latte o in prossimità del terminale del latte) è distinto dal corpo del pulsatore (installato in prossimità dei prendicapezzoli). In questo caso il dispositivo di azionamento può essere pneumatico, idropneumatico o elettronico. Nel caso di pulsazione elettronica vi è la possibilità di modificare la frequenza ed il rapporto del pulsatore.

In linea generale i pulsatori individuali sono da preferire a quelli con comando centralizzato. Infatti, questi ultimi causano le massime oscillazioni di vuoto nelle condutture, in quanto le fasi di massaggio o di mungitura sono contemporanee per tutti i pulsatori.

I pulsatori individuali di tipo pneumatico o idropneumatico (fig. 28) funzionano per effetto della differenza di pressione fra l'interno e l'esterno della conduttura dell'aria di pulsazione. Nei pulsatori di tipo elettronico gli impulsi alle elettrovalvole sono dati da circuiti stampati (fig. 29).

Fig. 29 Pulsatore individuale di tipo elettronico (fonte Alfa-Laval)

Il comando di tipo pneumatico è condizionato dalla stabilità del vuoto nel corso della mungitura. Difatti, se nell'impianto si verifica una caduta del livello di vuoto, dovuta ad esempio alla riserva utile insufficiente, la frequenza di pulsazione aumenta allontanandosi dai parametri prefissati per l'ottimale funzionamento del pulsatore.

Il sistema di pulsazione pneumatico è la soluzione da preferire per gli impianti a secchio e mobili e in tutti quei casi in cui non si possa usufruire di una fonte di energia elettrica stabile e sufficiente.

La pulsazione elettronica consente, rispetto a quella pneumatica, una maggiore precisione nelle frequenze e nel rapporto di pulsazione. Fra l'altro la possibilità di far funzionare in cascata, vale a dire sfalsati di una frazione di secondo, una serie di pulsatori a comando elettronico riduce notevolmente il volume d'aria atmosferica che penetra

nell'impianto e, di conseguenza, l'eventuale caduta di vuoto nella conduttura dell'aria di pulsazione.

Negli impianti a lattodotto i pulsatori o i ripetitori sono montati nella conduttura dell'aria di pulsazione in prossimità dei gruppi prendicapezzoli, mentre l'eventuale centralina può essere montata in fossa vicino al vaso terminale o in sala latte. Per la corretta installazione del pulsatore, pneumatico o elettronico, è necessario:

• garantire un'efficace protezione dalla polvere e dall'umidità:

• posizionare il pulsatore il più vicino possibile ai prendicapezzoli, al fine di ridurre al minimo la lunghezza dei tubi gemellari;

• utilizzare una conduttura per filtrare l'aria atmosferica.

6 CIRCUITO DEL LATTE

6.1 Lattodotto

Il lattodotto è una canalizzazione fissa, rigida, che svolge due funzioni: convogliare il latte dalle unità di mungitura fino al vaso terminale e portare ai gruppi prendicapezzoli il vuoto creato dalla pompa.

All'interno di questa conduttura, pertanto, si muovono contemporaneamente due fluidi, il latte e l'aria, che devono mantenersi quanto più possibile separati

In funzione della posizione del lattodotto rispetto agli animali, gli impianti di mungitura sono denominati *a linea alta*, se la conduttura del latte viene installata ad una altezza superiore a 1,25 m sopra il piano dell'animale, e *a linea bassa* se risulta inferiore al piano dell'animale. Sono rari gli impianti *a linea media* nei quali la conduttura è situata tra 0 e 1,25 m sopra il piano dell'animale.

I vantaggi derivanti dall'impiego della linea bassa sono oramai noti e si possono così riassumere:

- mungere con un vuoto operativo più basso, in media 5 kPa, che riduce lo stress della mammella con conseguente riduzione della carica leucocitaria nel latte. Nella linea alta è necessario operare con un vuoto più alto per rendere possibile al latte una risalita di circa 2 m;
- maggiore stabilità del vuoto in quanto risulta agevolato lo smaltimento del latte all'interno del collettore. Le fluttuazioni del vuoto, inoltre, possono causare dolore al livello dei capezzoli e facilitare il trasporto passivo di microrganismi;
- possibilità di installare il lattodotto chiuso ad anello che riduce le cadute di vuoto derivanti dagli ingressi d'aria che si verificano in corrispondenza degli attacchi e degli stacchi dei gruppi prendicapezzoli.

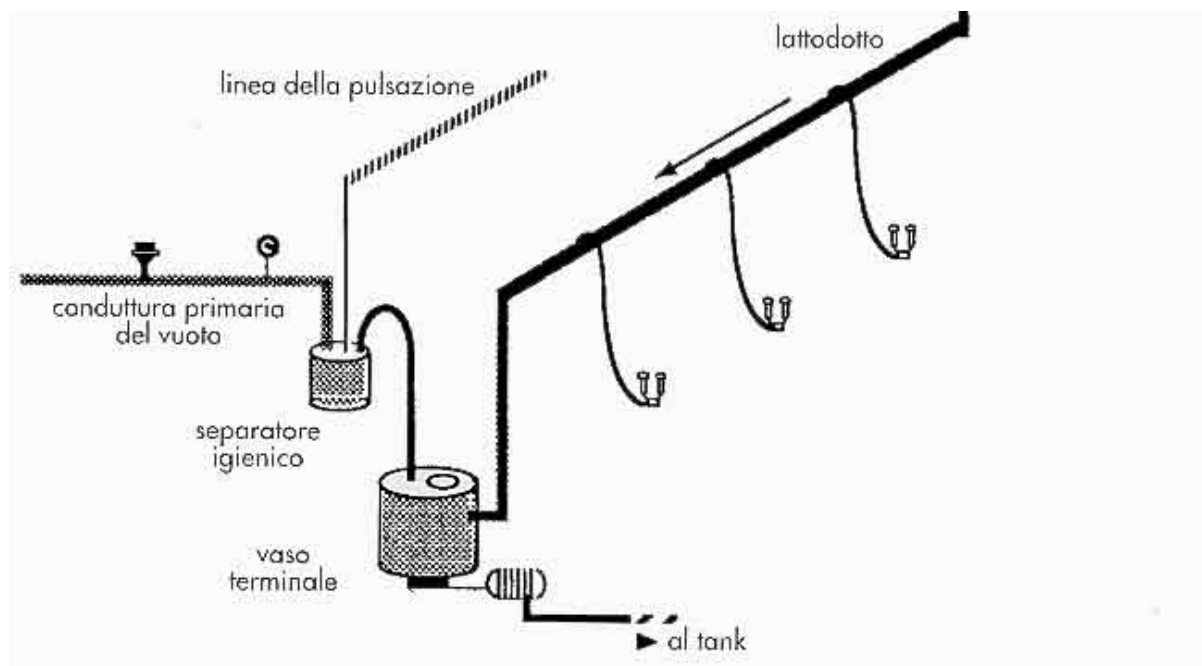



Fig. 30 Lattodotto a ramo singolo

Rispetto al numero di rami di cui è costituito, il lattodotto è definito a *ramo singolo* quando vi è un solo innesto nel vaso terminale (fig. 30), si parla invece di *ramo doppio a circuito aperto o chiuso* nel caso di duplice innesto nel vaso terminale (figg. 31 e 32). Di norma si installa il ramo singolo negli impianti con mungitura lungo una sola fila o con lattodotto in linea alta, mentre si utilizza sempre il ramo doppio negli impianti a linea bassa con mungitura su due file.

Il circuito del latte chiuso ad anello rappresenta senza dubbio la soluzione impiantistica che garantisce la maggiore stabilità del vuoto per gli ingressi estemporanei di aria derivanti dalla manipolazione dei gruppi prendicapezzoli e dalla caduta degli stessi.

Un forte ingresso d'aria causa una caduta di vuoto nella conduttura che risulta assai più accentuata nel lattodotto aperto rispetto a quello anulare. In quest'ultimo, infatti, l'aria atmosferica viene smaltita in parti uguali fra i due rami dell'anello.

La conduttura dovrà essere installata con pendenza continua verso il vaso terminale di almeno 2 mm per metro di tubazione (0,2%); la pendenza si verifica con un'apposita livella a bolle.

Se si vuole produrre un latte di qualità è necessario porre molta cura nel montaggio del lattodotto per evitare accumuli di sporcizia e ingressi d'aria indesiderati. Un particolare importante che influisce sull'igiene dell'intera mungitrice è costituito dai giunti che raccordano i rami del lattodotto. Fra le diverse soluzioni adottate dai costruttori il bocchettone in acciaio a norma DIN appare quella più affidabile, anche se la più costosa, in quanto, a differenza degli altri sistemi, non necessita di guarnizione in gomma in prossimità della quale possono formarsi dei depositi.

Fig. 31 Lattodotto a circuito aperto

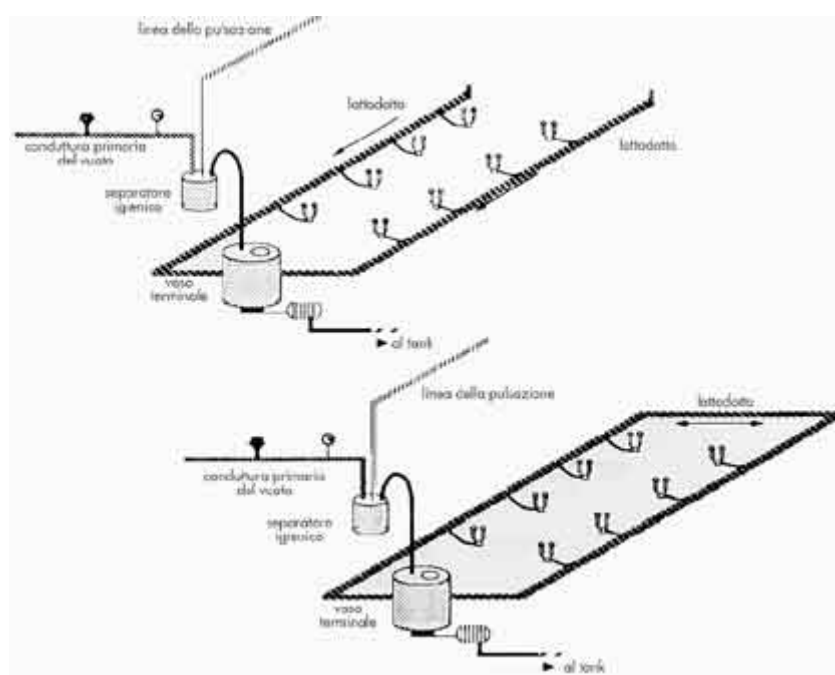



Fig. 32 Lattodotto a circuito anulare

6.2 Gruppo terminale

Il gruppo terminale è dato dall'insieme dei componenti che portano il latte dal vuoto del lattodotto alla pressione atmosferica. Esiste anche la possibilità di raccogliere il latte direttamente in un contenitore sottovuoto, rappresentato dal serbatoio refrigerante o dai bidoni, ma tale sistema usato di rado nella mungitura delle vacche non si è mai diffuso nell'allevamento ovino e caprino.

Il gruppo terminale risulta costituito da (figg. 18-20):

•*vaso terminale,* recipiente sottovuoto che riceve il latte di uno o più lattodotti;
•*estrattore,* di norma una pompa centrifuga che trasporta il latte dal vaso terminale al contenitore di raccolta;
•*separatore igienico,* piccolo recipiente che rappresenta l'anello di congiunzione fra il circuito del latte e quello del vuoto.

Il materiale impiegato per la realizzazione del vaso terminale, detto comunemente terminale, è di norma il vetro pirex, in alcuni casi si usa il makrolon o l'acciaio (fig. 33). Le guarnizioni devono risultare facili da pulire e da rimuovere; inoltre, dovrà essere possibile ispezionare l'interno del vaso per controllarne la pulizia. Il volume del terminale è legato al tipo di impianto ed al numero di prendicapezzoli.

Fig. 33 Terminale del latte in acciaio inossidabile (fonte Zootind)

A titolo orientativo il vaso terminale dovrà possedere una capacità effettiva minima di 22 litri fino a 12 gruppi prendicapezzoli, 30 litri per 16 gruppi e 40 litri per 24 gruppi.

Nel corso della mungitura l'estrattore, o pompa estrattrice, assicura l'uscita del latte alla pressione atmosferica senza provocare brusche variazioni del livello del vuoto che disturberebbero la mungitura stessa. Durante il lavaggio il terminale deve essere in grado di scaricare il massimo flusso della soluzione detergente o disinfettante immessa nel circuito senza l'intervento dell'operatore.

La pompa estrattrice, posizionata sotto il vaso terminale, è mossa da un motore elettrico comandato dal livello del latte presente nel vaso. L'estrattore, nelle parti a contatto col latte, viene realizzato con materiali

lavabili, non porosi e inattaccabili dai prodotti di pulizia. Naturalmente, l'azione della pompa estrattrice diventa superflua quando il latte viene trasferito direttamente nei bidoni tenuti sottovuoto.

Il gruppo terminale è completato dal separatore igienico. Si tratta di un recipiente, in vetro o in acciaio inox, collocato fra il vaso terminale e la conduttura del vuoto. Esso ha il compito di portare il vuoto al terminale senza metterlo in diretta comunicazione col circuito del vuoto.

> Per ottenere una buona pulizia è consigliabile installare il separatore igienico in modo tale che possa essere lavato in circuito col resto dell'impianto.

Il separatore igienico possiede un dispositivo di sicurezza, in genere una valvola di non ritorno, che impedisce il passaggio di latte o di soluzione di lavaggio nel circuito del vuoto.

7 GRUPPO PRENDICAPEZZOLI

L'apparato mungitore è costituito da due prendicapezzoli, da un collettore, dalla camera di pulsazione e dai tubi corti del latte e della pulsazione (fig. 34). Nella progettazione del gruppo prendicapezzoli, tutti gli elementi che lo compongono devono essere concepiti al fine di facilitare il deflusso del latte verso il lattodotto ed assicurare la stabilità del vuoto sotto il capezzolo. Occorre ricordare, infatti, che il gruppo mungitore, con particolare riferimento al collettore, deve smaltire due fluidi: il latte e l'aria.

7.1 Guaina e portaguaina

Il prendicapezzolo si compone di due elementi: uno esterno, detto *portaguaina* o *cannello* e uno interno, denominato *guaina* di dimensioni più piccole. Il portaguaina è collegato ad una tubazione corta di pulsazione che mette in comunicazione il collettore con la camera di pulsazione, mentre la guaina è collegata al collettore con la tubazione corta del latte.

Fig. 34 Gruppo prendicapezzoli per la mungitura degli ovini (fonte Gascoigne-Melotte): A) per impianti con lattodotto in linea alta B) per impianti con lattodotto in linea bassa

Il portaguaina, in materiale leggero e inossidabile (acciaio o plastica), serve di sostegno alla guaina in gomma morbida. Il diametro esterno della guaina risulta inferiore a quello del portaguaina, al fine di lasciare fra i due un'idonea intercapedine denominata *camera di pulsazione*. In questa intercapedine il pulsatore, tramite i tubi di pulsazione, immette ciclicamente aria determinando l'alternarsi delle fasi di massaggio e di mungitura.

> Il portaguaina deve risultare di lunghezza tale che la guaina installata rimanga in tensione.

E' ampiamente noto che il capezzolo costituisce la porta d'ingresso dei microrganismi all'interno della mammella ed il punto di contatto con

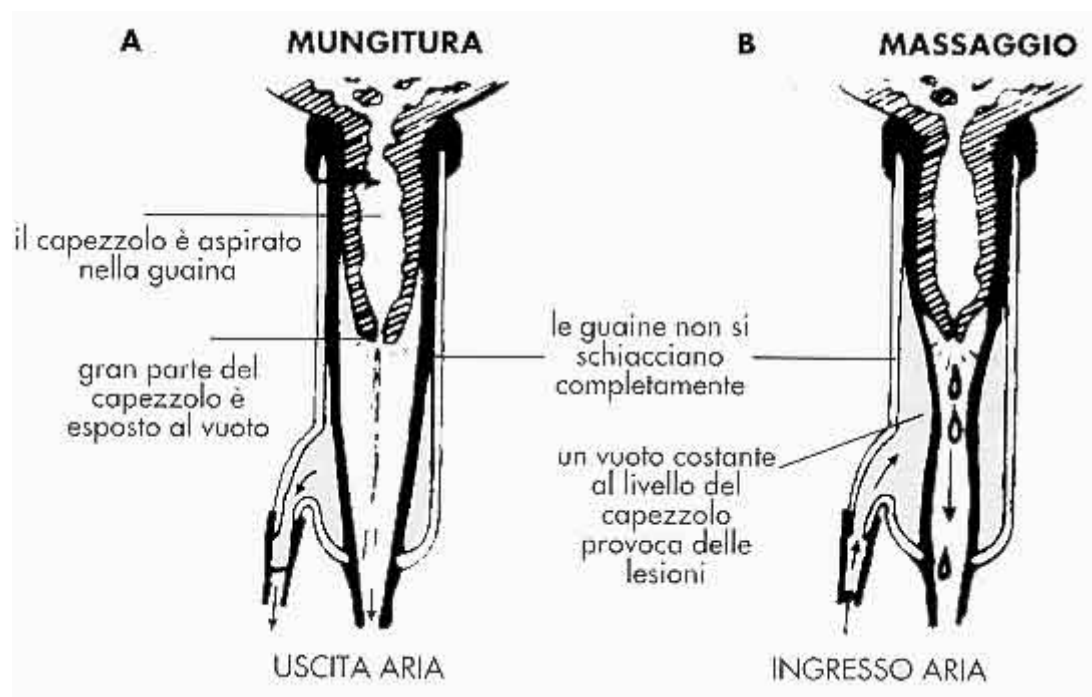



Fig. 35. Quando la guaina si apre troppo (A) oppure non si chiude completamente (B) il capezzolo può subire gravi danni.

A) per impianti con lattodotto in linea alta l'ambiente esterno. La guaina, quindi, deve essere costruita con materiale spiccatamente elastico, giustamente morbido e cedevole, in grado di aderire in modo ottimale al capezzolo. Difatti, quando la guaina non si schiaccia completamente il capezzolo può subire delle lesioni (fig. 35). La guaina presenta un'*imboccatura* ed un *corpo*, che nella sua parte terminale può anche formare un blocco unico con la tubazione corta del latte (sistema monoblocco).

La scelta delle guaine di mungitura va fatta in funzione delle caratteristiche della mammella della specie da mungere. Le guaine presenti sul mercato hanno caratteristiche assai diverse e si differenziano, principalmente, nel materiale (gomma sintetica, silicone), nelle dimensioni (larghezza dell'imboccatura, lunghezza del corpo, ecc.) e nella forma (cilindrica, conica).

Fig. 36. Gruppo prendicapezzoli del tipo "appoggiato a terra" per le mungiture delle capre: le guaine sono in silicone e i portaguaina in plastica trasparente (fonte Royal

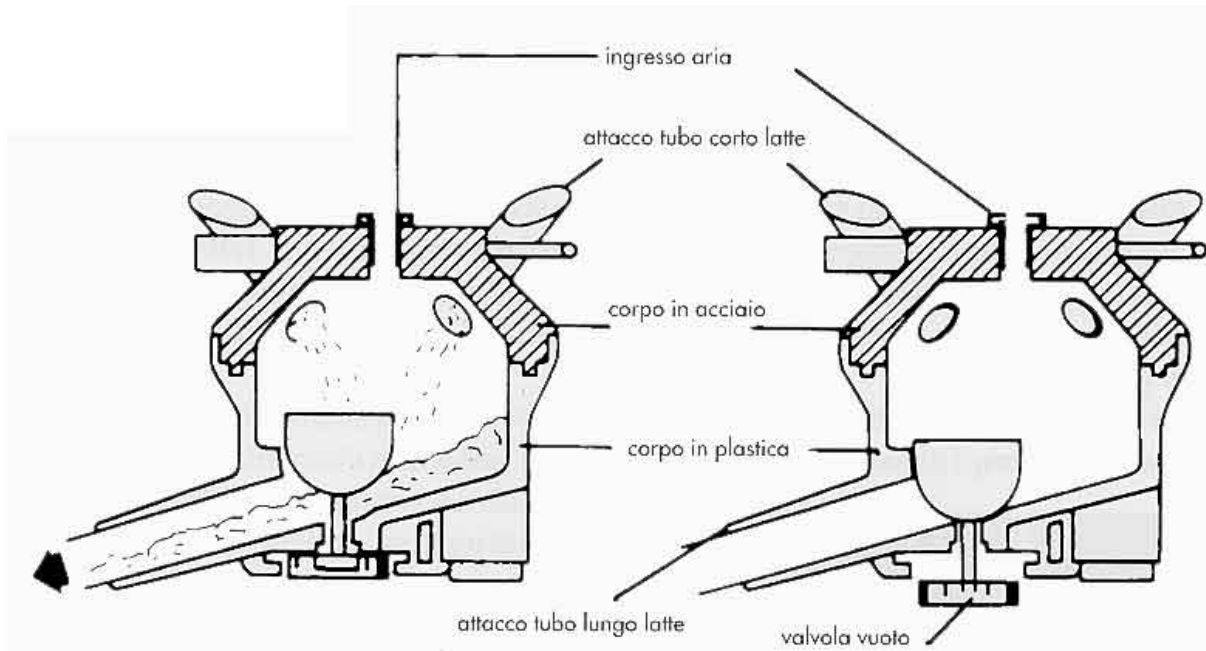



Fig. 37. Schema del collettore del latte (fonte Bramley e coll.)

Le guaine di gomma morbida montate su un gruppo di mungitura leggero, vale a dire con cannelli e collettore in materiale plastico, possono mungere efficacemente su impianti con lattodotto in linea bassa e livelli di vuoto di circa 40 kPa. Utilizzando guaine con mescola di gomma dura è consigliabile operare con un vuoto di 43-44 kPa.

Le guaine al silicone, di più recente adozione per la mungitura delle pecore, sono di norma di colore giallo senape ed appaiono trasparenti, mentre i tipi in gomma sintetica sono scuri. Le risultanze di alcune ricerche indicano che:

> le guaine in silicone forniscono le migliori prestazioni ed agiscono con maggiore delicatezza sul capezzolo; inoltre, accoppiando alla guaina un portaguaina in plastica trasparente si ha la possibilità di osservare l'andamento della mungitura all'interno della guaina stessa (fig. 36).

Queste guaine, tuttavia, richiedono un'attenta esecuzione delle operazioni di pulizia e disinfezione rispettando scrupolosamente le istruzioni della ditta fornitrice in termini di temperatura della soluzione di lavaggio e di concentrazione dei detersivi. Il silicone, infatti, rispetto agli altri materiali, è meno resistente alle lacerazioni; inoltre, il prezzo di acquisto risulta decisamente più elevato.

7.2 Collettore del latte

La presenza del collettore (fig. 37) risulta indispensabile, soprattutto in presenza di elevati flussi di latte, al fine di ridurre il rischio di riempimento dei tubi corti del latte con la conseguente risalita

Fig. 38 A volte il collettore del latte viene sostituito da un semplice raccordo a Y. Questa soluzione non sempre garantisce un buon smaltimento del latte.

del latte stesso verso i capezzoli. Questo inconveniente può portare alla contaminazione della mammella da parte dei microrganismi sempre presenti nei tubi corti e sulle pareti delle guaine, con il rischio di insorgenza di fenomeni mastitici. In taluni casi tuttavia il collettore, ritenuto superfluo e ingombrante, viene sostituito da un semplice raccordo a "Y" che collega i due tubi corti al tubo lungo del latte, predisponendo, in ogni caso, un foro di ingresso aria sul raccordo per facilitare il deflusso al pari di quanto avviene nei collettori. Il raccordo a Y, anche in presenza di animali con modeste portate di latte, non offre sufficienti garanzie di evitare gli incovenienti appena descritti (fig. 38).

Nel corso della mungitura è bene osservare il movimento del latte nel collettore e nel tubo lungo, in quanto se il deflusso risulta in qualche modo ostacolato si creano i presupposti che favoriscono il propagarsi degli agenti patogeni.

Anche le condizioni di vuoto stabile, come si è visto in precedenza, sono basilari per ottenere una mungitura efficiente (completo svuotamento della mammella), delicata (senza irritazioni) e per ridurre al minimo i maltrattamenti di tipo meccanico del latte che possono causare un aumento della lipolisi (rottura dei globuli di grasso).

Il verificarsi di ingorghi di latte nella guaina, il latte che va avanti e indietro all'interno dei tubi, i tempi di mungitura che si allungano, sono

tutti elementi significativi che indicano chiaramente la presenza di fluttuazioni cicliche del vuoto.

Negli impianti con lattodotto in linea bassa il diametro interno del tubo lungo del latte deve essere maggiore o uguale di 12 mm, mentre negli impianti a linea alta non si devono superare i 16 mm per limitare il peso della colonna di latte da trasportare.

Per facilitare l'estrazione e il deflusso del latte, quindi, è consigliabile:

- utilizzare tubi corti del latte con diametro interno di 8-10 mm per le pecore e per le capre;
- sostenere il tubo lungo del latte in modo da evitare il suo schiacciamento e la trazione diretta sulla presa latte del lattodotto;
- accorciare il più possibile il tubo lungo del latte evitando di formare strozzature.
- limitare la lunghezza dei tubi lunghi di pulsazione, detti anche gemellari, per consentire al pulsatore di intervenire sulle guaine in modo più rapido e migliorare l'estrazione del latte.

7.3 Caduta del gruppo prendicapezzoli

Se la conformazione dei capezzoli e della mammella risulta inadatta alla mungitura meccanica, le guaine non riescono a calzare perfettamente il capezzolo. Di conseguenza si verifica un continuo trafilamento d'aria che in breve si tramuta in un vero e proprio ingresso d'aria nella fase finale della mungitura, cioé quando si riduce il turgore del capezzolo. In questa situazione le guaine possono staccarsi e causare la caduta del gruppo.

La caduta dei gruppi può essere causata anche da altri fattori. Il più comune è rappresentato dal vuoto di mungitura troppo basso o troppo alto. Nel primo caso si verificheranno frequenti cadute dovute all'insufficiente forza di adesione dei gruppi, nel secondo caso l'animale tenterà di liberarsi del gruppo a causa del dolore.

Il collettore che ha difficoltà di smaltimento del latte produce un brusco abbassamento del vuoto sotto il capezzolo che può determinare la caduta del gruppo.

Anche il diametro interno del tubo corto e del tubo lungo del latte, come si è visto in precedenza, deve risultare sufficiente a garantire il regolare deflusso del latte. In caso contrario il passaggio dell'aria viene ostacolato e si verifica una caduta di vuoto a livello del collettore e delle guaine.

Altre volte la caduta del gruppo è imputabile ad una errata applicazione dello stesso da parte del mungitore o, più frequentemente, dalla conformazione della mammella assolutamente inadatta alle caratteristiche della guaina utilizzata.

I gruppi prendicapezzoli eccessivamente pesanti, in rapporto al vuoto di mungitura ed alle frequenze di pulsazione, rappresentano una causa di distacco dei gruppi. Si ricorda, infatti, che il vuoto sotto il capezzolo si abbassa col diminuire della velocità di pulsazione.

Parte terza

GLI IMPIANTI DI MUNGITURA

8 SALE DI MUNGITURA

Le tipologie degli impianti per la mungitura delle pecore e delle capre, al pari di quelli delle vacche, sono riconducibili ai seguenti tipi fondamentali:

- a secchio o a carrello;
- mobile;
- a lattodotto.

Le soluzioni impiantistiche utilizzate per la mungitura delle capre sono analoghe a quelle adottate per le pecore. Tuttavia, alcune importanti differenze si possono riscontrare nelle dimensioni delle poste di mungitura, nel numero e nelle dimensioni dei prendicapezzoli e nei principali parametri di funzionamento.

8.1 Mungitrice a secchio e a carrello

In Italia una parte non trascurabile delle capre, unitamente ad una piccola percentuale di pecore, viene ancora munta nei ricoveri con impianti a secchio e a carrello, o con impianti fissi a lattodotto. La dimensione degli allevamenti che utilizzano tali soluzioni difficilmente supera i 100÷150 capi, si tratta, in ogni caso, di allevamenti di piccole dimensioni, prevalentemente a conduzione famigliare.

In generale i vantaggi della mungitura nei locali di allevamento sono da ricercare nel ridotto costo di investimento e nella semplicità organizzativa; infatti, non è richiesto alcun tipo di intervento sulle strutture esistenti e non si devono trasferire gli animali in sala di mungitura.

Fig. 39 a. Mungitrice a bidone su rotaia bassa (fonte Costruzioni Meccaniche Dettori) . I bidoni, uno ognin 8-12 poste, si muovono su una rotaia installata sotto il piano di mungitura.

La mungitrice a secchio è schematicamente costituita da una pompa per vuoto, da un serbatoio del vuoto e da una valvola di regolazione, installati in un locale dal quale parte la conduttura che porta il vuoto verso le poste degli animali (fig. 9); ogni 2-4 capi deve essere previsto un rubinetto del vuoto. Il latte affluisce dal gruppo prendicapezzoli in un secchio posto a terra in prossimità dell'animale e

collegato alla tubazione del vuoto con un apposito innesto a tenuta. La capacità minima del secchio è mediamente di 25 l, risulta quindi possibile mungere consecutivamente più di un'animale prima di provvedere allo svuotamento del secchio. La produttività oraria del lavoro è di circa 70 pecore e di 50 capre per addetto.

Fig. 39 b. Mungitrice a bidone.

Nell'ambito degli impianti a secchio un'interessante novità è rappresentata dalla mungitrice a bidone scorrevole (fig. 39): il bidone, della capacità di 50 l, si muove lungo una rotaia fissata ad alcuni centimetri sotto il piano di calpestìo degli animali.

Con questa soluzione si ottengono condizioni di mungitura del tutto simili a quelle di un impianto con lattodotto in linea bassa. Per limitare la lunghezza dei tubi lunghi del latte, e le conseguenti perdite di carico, è consigliabile installare un bidone ogni 8-12 poste di mungitura

Anche operando con l'impianto a secchio o a bidone, risulta senza dubbio conveniente realizzare una fossa, o un piano rialzato di 80-90 cm, per consentire all'operatore di mungere in posizione eretta.

In mancanza della fossa, il risparmio di fatica derivante dall'uso della macchina è poco rilevante per il fatto che l'operatore deve lavorare prevalentemente chinato: basti pensare che per mungere 200 pecore occorre effettuare circa 500 piegamenti.

Fig. 40. Mungitura nell'ovile con carrello dotato di 2 gruppi prendicapezzoli e vasi misuratori.

Nella mungitrice a carrello tutti i componenti sono installati in un telaio con due o più ruote ed è assente la conduttura del vuoto.

Una mungitrice di questo genere non richiede l'installazione di componenti fissi e, pertanto, sono utilizzate in prevalenza per effettuare la mungitura in ricoveri provvisori, nelle infermerie e nelle zone parto di grandi allevamenti. Sui carrelli si possono montare i vasi misuratori per il controllo delle produzioni individuali (fig. 40).

Le mungitrici a carrello presentano più o meno gli stessi problemi di quelle a secchio con differenze dovute alla presenza dei tubi lunghi del latte che aumentano il tempo di mungitura e alla possibilità di adottare uno o più bidoni come recipienti di raccolta.

Dal punto di vista dell'organizzazione del lavoro l'impianto a secchio o a carrello impone una routine di mungitura molto lenta a causa dei tempi di spostamento dei gruppi da un animale all'altro.

Gli impianti a secchio, inoltre, presentano l'ulteriore svantaggio dovuto ai perditempo e allo sforzo richiesto per il trasporto e lo svuotamento dei secchi.

In alternativa alla mungitrice a secchio e a quella carrellata, le ditte costruttrici hanno di recente proposto l'impianto a secchio o a bidone su rotaia. Tale soluzione, pur richiedendo investimenti limitatissimi, risulta estremamente semplice e funzionale in quanto annulla la fatica e i tempi morti derivanti dal trasporto del secchio da un capo all'altro e dal locale di mungitura al serbatoio refrigerante.

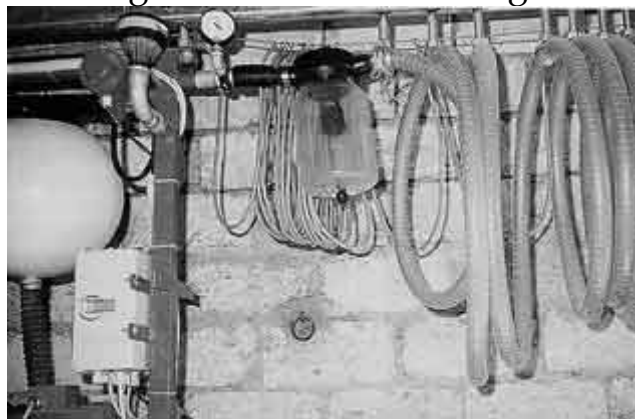



Fig. 41. Impianto a secchio su rotaia alta con installazione remota del gruppo motore pompa. Il tubo spiralato costituisce la conduttura principale dell'aria.

Nell'impianto a secchio o a bidone su rotaia i componenti della mungitrice, compresi il gruppo motore-pompa e il bidone di raccolta del latte, sono assemblati su un piccolo telaio che si muove su una monorotaia

rotaia la conduttura del vuoto è realizzata con un tubo spiralato (fig. 41).

Fig. 42. Impianto a bidone su rotaia alta in sala di mungitura con rastrelliera fissa. Gli animali accedono alle poste attraverso la fossa che misura solo 40 cm di profondità (fonte Manus).

installata sul soffitto. La produttività del lavoro, che per ciascun addetto si aggira intorno a 110 pecore/ora e a 80 capre/ora, risulta superiore a quella realizzabile con gli impianti a secchio e a carrello. Esiste anche la soluzione che prevede l'installazione remota, in apposita sala motori, del gruppo motore-pompa che ovvia al non trascurabile inconveniente della rumorosità che di norma si aggira intorno ai 90 decibel. Per consentire il movimento dell'impianto lungo la

Fig. 43. Impianto mobile con 12+12 poste realizzato dall'Istituto di Meccanica Agraria dell'Università di Sassari

Nel caso si voglia ridurre al minimo il costo complessivo dell'installazione o non si disponga di spazio sufficiente per la sala di mungitura, si può realizzare una fossa di 35-40 cm di profondità e utilizzare una rastrelliera fissa alla quale gli animali possono accedere attraverso la fossa stessa. In tal caso i mungitori possono lavorare stando seduti su uno sgabello munito di ruote (fig. 42).

8.2 Impianto mobile

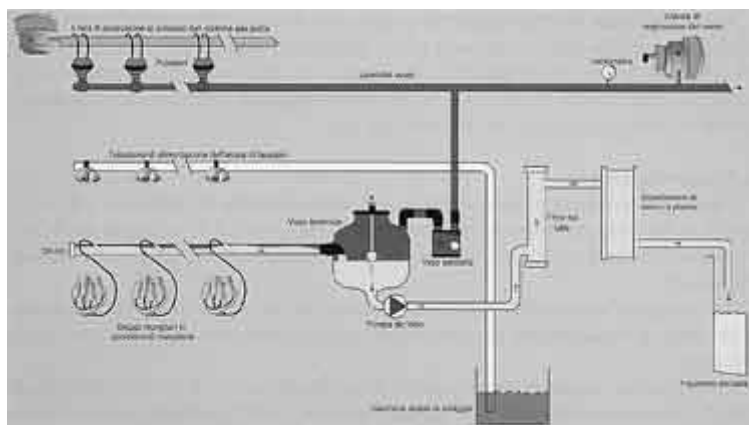
L'impianto mobile può rappresentare una valida soluzione al problema della mungitura meccanica per aziende frammentate in più corpi. A condizione, però, che ciascun corpo aziendale sia dotato di un locale (rimessa o sala) idoneo ad ospitare l'impianto.

La mungitura meccanica degli ovini e dei caprini con impianti montati su pianali motorizzati (transporter), conta esperienze soprattutto straniere ed in particolare francesi.
Il transporter, a quattro ruote motrici, possiede un centro di gravità molto basso che gli conferisce buona stabilità e gli permette di superare pendenze del 50-60%. La motrice è utilizzabile in altri lavori in quanto può essere facilmente staccata dal carro. La produttività del lavoro risulta di 60-80 capi/ora per addetto nel caso di caprini, e di 100-120 capi/ora per addetto nella mungitura di ovini.

Le esperienze italiane sono state invece rivolte agli impianti trainati. Una prima soluzione è quella schematizzata nella fig. 43. L'impianto ha una concezione modulare, in quanto può essere realizzato con diverso numero di poste: da 8-12 alle 24 della versione standard. E' sostanzialmente costituito da un telaio a forma di U, poggiato su due assali, sul quale sono montati i singoli componenti l'impianto di mungitura vero e proprio.

L'impianto mobile richiama il modello in sala con animali disposti groppa a groppa , ma con le rastrelliere fisse anziché mobili (fig. 44). La pompa del vuoto può essere azionata da un motore a scoppio o elettrico e, in caso di necessità, dalla presa di forza del trattore.

In un secondo tipo di impianto trainato gli animali, in numero di otto, vengono munti solo su un lato e si sfrutta il resto del pianale per facilitare le operazioni di ingresso e di uscita dei capi; si realizzano così le stesse condizioni degli impianti a pettine in sala di mungitura (fig. 45). Anche in questo caso il gruppo motore-pompa è azionabile, oltre che dal

Fig. 44. Impianto mobile con 12+12 poste.

A sinistra**: Fig. 46.** Schema di impianto a lattodotto
A destra: **Fig. 45.** Impianto mobile a 12 poste (fonte Westfalia)

motore elettrico, dalla presa di forza del trattore. Una tettoia fissa copre la piattaforma, mentre un'altra mobile, che si sistema quando si effettua la mungitura, protegge l'operatore. La produttività del lavoro si aggira intorno ai 120 capi/ora per addetto.

Un terzo tipo di impianto mobile trainato è caratterizzato dal fatto che gli animali, disposti testa a testa, sono munti a terra.

Esso è costituito da un pianale sul quale è montata una vera e propria sala di mungitura con due rastrelliere di 12 o di 24 poste ciascuna. L'impianto è dotato di vaso terminale del latte con pompa estrattrice e delle canalizzazioni per il lavaggio in circuito dell'impianto. La mungitura può essere effettuata da quattro operatori e la produttività del lavoro è di circa 150 capi/ora per ciascun mungitore.

8.3 Impianti a lattodotto

Per le mungitrici a lattodotto (fig. 46) il mercato propone numerose soluzioni che differiscono sia per la disposizione dei capi rispetto alla posizione del mungitore, sia per le modalità di movimentazione degli animali. Gli impianti più diffusi si riconducono a due tipi fondamentali: i sistemi discontinui come i tradizionali *a pettine*, *a tunnel*, *a spina di pesce* e quelli continui come i *rotativi*.

Mentre nei primi, di concezione relativamente semplice, la produttività del lavoro è dell'ordine di 150-200 capi/ora per addetto, nei sistemi rotativi la produttività raggiunge il valore di 300 capi/ora per

Fig. 46. Nell'impianto di tipo "a pettine" le capre si dispongono groppa a grappa perpendicolarmente alla fossa di mungitura.

addetto. Tale differenza è dovuta, principalmente, alla diversa organizzazione del lavoro che nel secondo caso vede ridotte le fasi accessorie all'operazione di mungitura vera e propria.

Nella mungitura dei piccoli ruminanti, infatti, data la brevità del tempo di emissione del latte (nella pecora Sarda è di 30-40 secondi) l'esecuzione delle operazioni accessorie incide per il 30-35% sui tempi totali di lavoro. La riduzione dei tempi accessori che si raggiunge negli impianti rotativi si accompagna però ad una notevole complessità impiantistica e ad elevati investimenti economici, sia per l'impianto sia per le strutture edilizie, che ne giustificano l'introduzione solo in allevamenti di notevoli dimensioni.

Fig. 48. Impianto di mungitura con sollevamento idraulico delle poste di mungitura.

A pettine

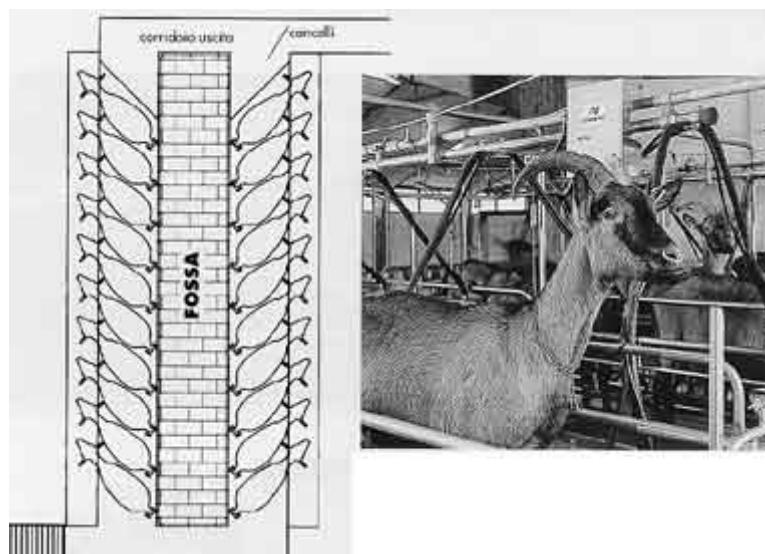
Attualmente la maggior parte dei capi vengono munti per mezzo di impianti con poste a pettine, denominati in alcuni casi a colonna o semplicemente a fossa, cioé con animali disposti perpendicolarmente alla fossa di mungitura. Gli animali si presentano con la groppa rivolta verso il mungitore e l'attacco avviene facendo passare il gruppo di mungitura tra le zampe posteriori.

Limitatamente alle capre, la tecnica di mungitura dal di dietro rende difficoltosa la posa dei gruppi data la naturale inclinazione in avanti dei capezzoli di questa specie.

I vantaggi della sala a pettine sono rappresentati dall'ottimo flusso degli animali in entrata e in uscita e dalla notevole compattezza degli impianti.

Il numero di poste, di norma, varia da valori minimi di 12, con gli animali disposti su un solo lato della fossa, a valori massimi di 48, con gli animali disposti sui due lati della fossa (fig. 47). Il numero di gruppi prendicapezzoli può essere di uno ogni 2, 3 o 4 poste di mungitura con la conduttura del latte in linea bassa, e di uno ogni 4 poste per la linea alta. La produttività del lavoro in queste sale è di 160-170 pecore/ora per addetto se si pratica la sgocciolatura o il ripasso a macchina, in caso contrario si raggiungono le 200 pecore/ora; con le capre, sopprimento il ripasso, si possono mungere in media 140 capi/ora.

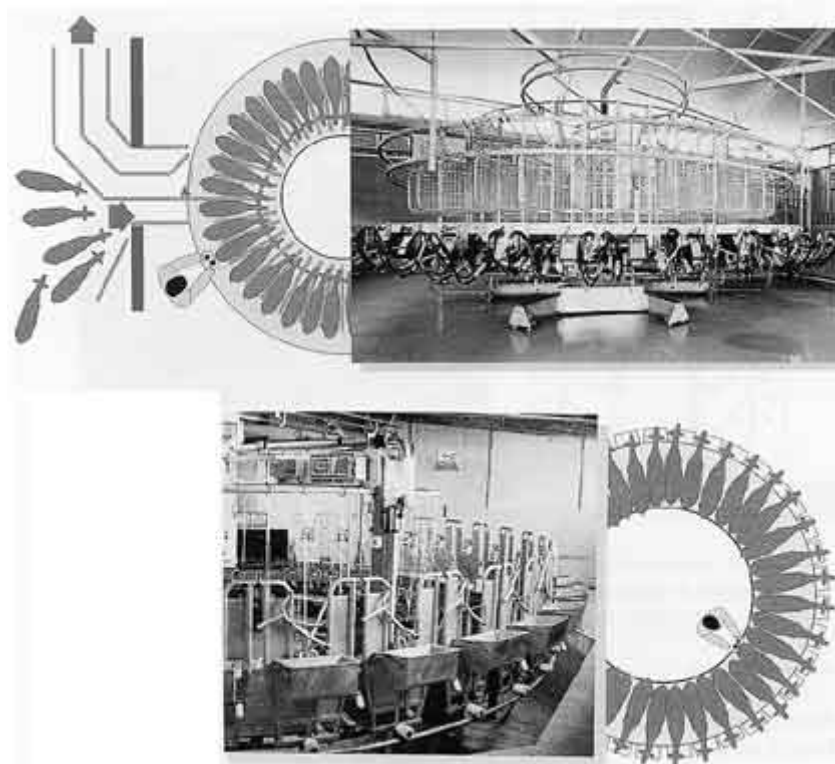
Di recente è stata proposta una sala di mungitura a pettine che non richiede l'uso della fossa in quanto un sollevatore idraulico consente la traslazione del piano di mungitura in senso verticale (fig. 48). I capi accedono alle poste di mungitura, che poggiano sul pavimento della sala, attraversando l'area di lavoro del mungitore; dopo la cattura degli animali nelle rastrelliere il mungitore aziona il comando che mette in moto il dispositivo di sollevamento del piano di mungitura ad un'altezza di circa 90 cm.

Gli impianti con sollevatore idraulico, rispetto ai sistemi tradizionali che prevedono la traslazione in senso orizzontale delle rastrelliere, possono essere installati in sale più piccole e senza fossa, ma il lattodotto risulta sempre in linea alta.

A sinistra: **Fig. 49**. Sala di mungitura a spina di pesce per la mungitura delle capre.

A destra: **Fig. 50**. Nell’impianto a tunnel le capre sono munte senza ricevere la razione di alimenti concentrati (fonte Lorraine).

A spina di pesce

Una variante alle sale a pettine è rappresentata dagli impianti a spina di pesce, utilizzati solo per le capre, dove la disposizione degli animali, inclinati rispetto alla fossa di un angolo di 45°, facilita il lavoro del mungitore che può operare posizionandosi a fianco dell'animale (fig. 49). Dal punto di vista operativo, della movimentazione degli animali e delle operazioni di mungitura, la spina di pesce risulta assai simile alla sala a pettine. Le uniche differenze si riscontrano nelle modalità di attacco dei prendicapezzoli: negli impianti a spina di pesce l’operatore può applicare il gruppo lateralmente poichè la capra mostra parte del fianco, ciò può risultare utile nel caso di animali che presentino capezzoli molto inclinati, quindi poco visibili e difficilmente raggiungibili da una posizione posteriore.

Negli impianti *a spina di pesce rovesciata,* poco diffusi nel nostro Paese, le capre, pur mantenendo la disposizione a spina di pesce, si presentano con la testa rivolta verso la fossa del mungitore. Il principio che ha guidato la progettazione di questi impianti è quello di permettere la mungitura da una posizione frontale, ciò consente di meglio adattare la posizione dei prendicapezzoli alla naturale conformazione della mammella caprina che, per contro, risulta poco visibile.

Sopra: **Fig. 51**. Impianto rotativo del tipo radiale con 24 poste e stacco automatico del gruppo prendicapezzoli.

Sotto: **Fig. 52**. Impianto rotativo del tipo assiale con 24 poste e stacco automatico del gruppo prendicapezzoli.

A tunnel

Per la mungitura delle capre, in alternativa agli impianti descritti, esistono i cosiddetti impianti a tunnel costituiti da una fossa centrale e da due piattaforme sulle quali gli animali si dispongono in fila (testa contro coda) parallelamente alla fossa (fig. 50). In questi impianti non sono previsti sistemi di cattura e neppure tramogge per la distribuzione di alimenti concentrati. Il numero di gruppi di mungitura è pari al numero di poste che, di solito, non supera le 6 unità per limitare la lunghezza del tunnel.

Gli impianti a tunnel sono caratterizzati da semplicità costruttiva e di movimentazione degli animali e, come tali, adatti ad allevamenti di medie dimensioni. Il mungitore, inoltre, potendo operare l'attacco dal fianco dell'animale incontra meno ostacoli al posizionamento del gruppo.

La soppressione dei tempi relativi alla cattura degli animali e alla distribuzione dei concentrati riducono considerevolmente i tempi di lavoro: un addetto può mungere in un'ora 100-120 capi rinunciando ad

effettuare il ripasso. A parità di poste, tuttavia, il tunnel richiede una sala di maggiori dimensioni rispetto agli impianti a spina e a pettine

Fig. 54. Nell'impianto a nastro trasportatore le fasi di ingresso e di uscita degli animali avvengono contemporaneamente e senza l'intervento diretto diretto dell'operatore.

ed i tempi per lo spostamento del mungitore da un capo all'altro risultano più elevati. In questa situazione l'operatore riesce a seguire correttamente non più di 3-4 gruppi.Vi è da osservare, infine, che l'assenza delle rastrelliere autocatturanti e delle tramogge per il concentrato richiedono un buon addestramento delle capre che, in caso contrario, specialmente se primipare, possono rallentare la routine di mungitura.

Rotativi

Negli impianti rotativi, detti comunemente "giostre", gli animali e i gruppi prendicapezzoli si muovono sopra una piattaforma circolare in rotazione. La caratteristica saliente degli impianti rotativi è rappresentata dall'annullamento dei tempi morti d'ingresso e uscita degli animali dalla piattaforma di mungitura. Questi, infatti, accedono uno per volta alle poste di mungitura man mano che queste vengono liberate dagli animali già munti.

Gli impianti rotativi vengono proposti in due configurazioni principali: con mungitore all'esterno o all'interno della piattaforma rotante, entrambi con animali disposti radialmente sulla piattaforma stessa (figg. 51-52).

Negli impianti rotativi gli animali accedono alle poste, di tipo autocatturante, attraverso un corridoio posto al di sopra della piattaforma o attraverso un passaggio sotterraneo sfociante in una rampa che dalla fossa del mungitore porta sulla piattaforma. Negli impianti con mungitore all'interno della piattaforma le poste sono dotate

di meccanismi per l'abbassamento o il ribaltamento che ne consentono il passaggio al di sotto dei corridoi di ingresso/uscita.

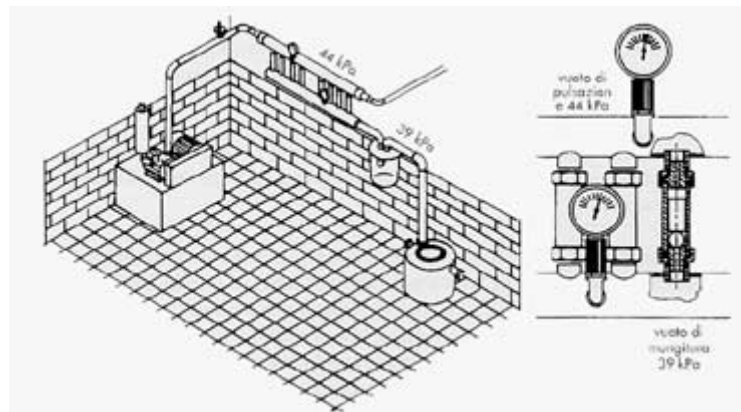



Fig. 54. Nel sistema a doppio vuoto indipendente la mungitura avviene ad un livello di vuoto di 5 kPa più basso di quello utilizzato per la pulsazione.

Tra le due configurazioni citate si ritiene sia preferibile quella in cui il mungitore si trova all'interno della piattaforma. In questo caso infatti tutti gli animali possono essere sotto diretto controllo visivo durante la mungitura. Inoltre, sempre in questo caso, gli eventuali spostamenti per intervenire su animali già attaccati sono in tutti i casi limitati rispetto a quanto avviene nella soluzione con mungitore all'esterno.

> Negli impianti rotativi, lo stacco del gruppo di mungitura può essere manuale, meccanico o automatico.

Lo stacco meccanico avviene per mezzo di un semplice dispositivo che, poco prima che l'animale venga liberato per l'uscita dalla piattaforma, interrompe il vuoto. In tal caso la mungitura termina alla fine del giro e la durata della stessa è determinata dalla velocità di rotazione della piattaforma.

Lo stacco automatico è, invece, comandato dai normali dispositivi per il rilievo del flusso di latte. L'adozione dello stacco, automatico o meccanico, permette di migliorare le già considerevoli prestazioni di tali impianti in quanto, in tal caso, un solo uomo potrebbe governare l'intero impianto, dedicandosi esclusivamente all'attacco dei gruppi. E' comunque opportuno prevedere in fossa la presenza di un secondo operatore con funzioni di controllo degli animali durante la mungitura.

In merito al tipo di stacco da adottare è necessario sottolineare che lo stacco automatico garantisce, rispetto a quello meccanico, caratteristiche di mungitura che si possono ritenere ottimali, tuttavia, il costo di tali dispositivi è tale da renderne eccessivamente onerosa l'adozione in considerazione anche del numero, generalmente elevato, di poste da attrezzare. Per la mungitura delle capre si può utilizzare la sala rotativa con le poste a tandem: gli animali si dispongono in senso tangenziale sulla piattaforma, testa contro coda. L'accesso degli animali è regolato da un cancello automatico che si apre al passaggio di ogni posta di fronte al corridoio di ingresso.

I vantaggi di tale soluzione sono riconducibili essenzialmente a una maggiore semplicità costruttiva in quanto non sono previste le poste autocatturanti e, a differenza degli impianti descritti precedentemente, non sono necessari meccanismi di abbassamento o ribaltamento delle componenti installate sulla piattaforma.

Gli impianti rotativi vengono proposti in configurazioni variabili con piattaforme capaci di contenere da 6 a 60 animali e forniscono elevate prestazioni: circa 300 capi/ora per addetto, che diventano 400 con lo stacco automatico. In ultimo, è necessario sottolineare che, nonostante l'elevato livello di affidabilità raggiunto dagli impianti rotativi, questi richiedono comunque una maggiore manutenzione e attenzione da parte dell'allevatore rispetto agli impianti fissi.

Soluzioni costruttive particolari

Sul mercato italiano è disponibile un nuovo sistema di mungitura per ovini e per caprini nel quale il piano di mungitura dell'impianto a pettine è costituito da un *nastro trasportatore*, in legno o in altro materiale, che si muove su una serie di rulli; la rastrelliera-mangiatoia risulta solidale col piano di mungitura (fig. 53).

La peculiarità di questo sistema, che potrebbe definirsi "dinamico" in quanto risulta una via intermedia fra gli impianti fissi e quelli rotativi, è rappresentata dal piano di mungitura mobile che rende simultanee le fasi di ingresso e di uscita degli animali dalle poste, nonché la distribuzione dei concentrati nelle mangiatoie senza l'intervento diretto da parte dell'operatore (fig. 54).

Quando l'impianto viene avviato la piattaforma scorre verso l'uscita ed il capo che si trova in prossimità di questa si libera dalla rastrelliera e può uscire all'esterno. Allo stesso tempo, l'avanzamento del nastro fa sì che all'altra estremità si liberi una posta che viene immediatamente occupata dal primo animale del lotto successivo. Dal momento in cui la piattaforma si arresta la mungitura segue le procedure e i tempi che si rilevano negli impianti fissi.

L'impianto con nastro trasportatore incrementa del 15-20% la produttività della manodopera: un operatore è in grado di mungere, senza effettuare il ripasso, 230-240 pecore/ora.

Il sistema di mungitura denominato a *doppio vuoto* consente di effettuare la mungitura ad un livello di vuoto più basso (5 kPa) di quello impiegato per la pulsazione, riducendo così il rischio di irritazione dei capezzoli (figg. 55-56).

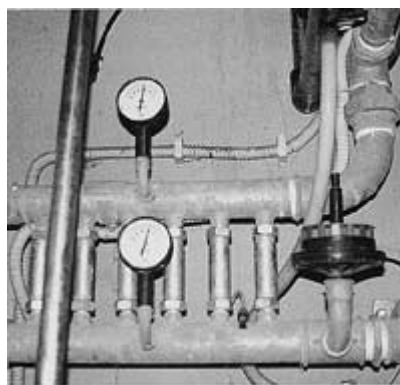
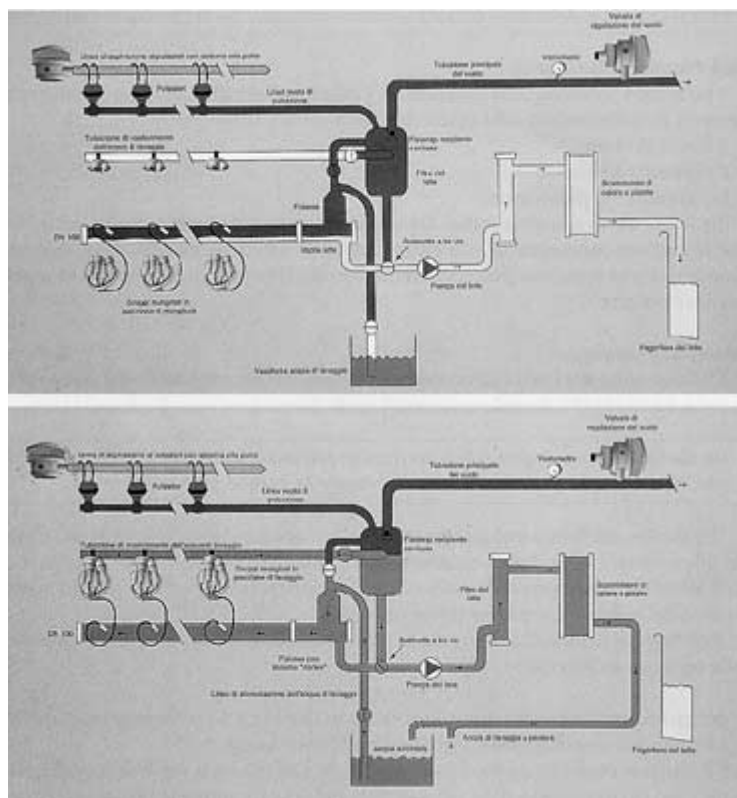



Fig. 56. Nel sistema a doppio vuoto speciali valvole dividono la condutturan principale dell’aria in due linee indipendenti: una linea di aspirazione (mungitura) e una linea di pulsazione (massaggio).

Per la corretta utilizzazione del sistema occorre utilizzare delle specifiche valvole di regolazione che dividono il vuoto in due condotti indipendenti: una linea di aspirazione del latte a basso vuoto (39 kPa per le pecore e 40 kPa per le capre) ed una linea di pulsazione con vuoto maggiore (44 kPa per le pecore e 45 kPa per le capre). Se nel corso della mungitura si verifica un abbassamento del vuoto di mungitura, conseguente ad esempio alla caduta di un gruppo prendicapezzoli, la valvola riduce automaticamente il vuoto di pulsazione mantenendo inalterata la differenza fra le due condutture.

Sopra **Fig. 57**. Schema dell'impianto con lattodotto di grande diametro (100 mm). Uno degli elementi che caratterizzano questo impianto è l'assenza del terminale del latte (fonte Milkline)

Sotto **Fig. 58**. Schema di circuito di lavaggio dell'impianto con lattodotto di grande diametro (fonte Milkline).

Il sistema a doppio vuoto quando viene applicato in maniera non corretta può generare effetti negativi sull'emissione del latte.

Appare sconsigliabile, dunque, modificare un impianto preesistente con sistemi inadeguati in quanto si corre il rischio di creare gravi anomalie di funzionamento nell'impianto.

Gli impianti con *lattodotto di grande diametro*, riducendo al minimo l'aerazione e la turbolenza del latte, si prefiggono di migliorare la stabilità del vuoto garantendo così una maggiore efficienza della mungitura. Dallo schema di figura 57 si rileva che questi impianti sono privi del vaso terminale del latte in quanto il lattodotto con 100 mm di diametro, il cui volume risulta quadruplo rispetto a quello del lattodotto tradizionale con 50 mm di diametro, assolve pienamente il compito di contenere il latte che alimenta la pompa estrattrice.

L'altro elemento innovativo è rappresentato dal sistema di lavaggio che fa circolare la soluzione detergente sotto vuoto e in controflusso, ovvero in direzione inversa rispetto al percorso seguito dal

latte. Diversamente da quanto avviene nei sistemi tradizionali, la soluzione detergente riempie completamente il lattodotto esercitando una forte pressione sulle superfici interne (fig. 58). Attualmente solo questo sistema garantisce il perfetto lavaggio della conduttura del latte di 100 mm diametro.

Prove sperimentali hanno evidenziato che il lattodotto di grande diametro migliora le prestazioni della mungitrice senza ripercuotersi negativamente sull'efficacia del lavaggio.

8.4 Parametri funzionali

I principali parametri che influenzano l'efficacia della mungitura, e che di conseguenza si ripercuotono sulla salute della mammella, sono:
- il livello di vuoto;
- il rapporto del pulsatore;
- le frequenze di pulsazione.

La scelta del livello di ciascuno dei tre fattori, dalla cui combinazione scaturiscono le migliori condizioni di mungitura, nasce da un compromesso in quanto se la combinazione prescelta può considerarsi ottimale per molti aspetti lo è in misura minore per altri.

Vuoto di mungitura

Utilizzando un impianto a lattodotto in linea bassa, il vuoto ottimale risulta compreso, di norma, fra 38 e 44 kPa; la tendenza attuale è quella di orientarsi verso il valore di 40 kPa.

Un livello di vuoto troppo basso accresce in misura considerevole la frequenza di caduta dei gruppi prendicapezzoli e prolunga la durata della mungitura.

Per contro, un livello troppo alto tende ad irritare il capezzolo e rende più difficile mantenere il buon funzionamento dell'impianto, in quanto esso diventa assai più sensibile agli ingressi d'aria e rende più critico l'eventuale cattivo funzionamento del pulsatore o del regolatore del vuoto.

In definitiva nella scelta del vuoto nominale di mungitura è consigliabile attenersi alle seguenti indicazioni:
- per gli impianti a secchio o con lattodotto in linea alta il vuoto deve risultare di 4-5 kPa più elevato di quello consigliato per la linea bassa;

• il vuoto può risultare tanto più basso quanto più alta risulta la velocità di pulsazione;
• nel caso di ammissione d'aria al collettore del latte il vuoto può essere leggermente accresciuto, in particolare quando la velocità di pulsazione non è elevata.

Pulsazione

Negli ovini si è rilevato che per ottenere un buon svuotamento della mammella la pulsazione deve risultare sufficientemente elevata. Tuttavia, per evitare il pericolo di stress, è consigliabile, di norma, non superare i 150 cicli/min. Per i caprini le frequenze di pulsazione più utilizzate sono comprese fra 80 e 90 cicli/min.

Nella mungitura delle pecore un rapporto del pulsatore del 60%, abbinato alle frequenze di 120 cicli/min, risulta una scelta appropriata; ugualmente valida appare la soluzione che prevede 150 cicli/min con un rapporto del 50% col quale si allunga la fase dedicata al massaggio.

Vale la regola generale per cui con l'innalzarsi della frequenza di pulsazione è necessario ridurre il valore del rapporto.

Per mungitori poco esperti, o per quelli che non curano l'igiene e la manutenzione dell'impianto, appare rischiosa la regolazione del pulsatore a 180 cicli/min, seppure abbinata ad un rapporto del 50%, in quanto il tempo dedicato al massaggio (0,15 secondi) risulta insufficiente a consentire il ripristino della circolazione sanguigna.

Anche per la mungitura delle capre, al fine di evitare il rischio di stressare la mammella, è bene mantenere il rapporto del pulsatore inferiore al 70%. Si può affermare che le frequenze di 80-90 cicli/min associate ad un rapporto del 60-66% rappresentino un buon compromesso fra la necessità di evitare il rischio di predisporre gli animali alla mastite ed il desiderio di mungere rapidamente.

9 CRITERI DI SCELTA

Al momento della sostituzione o dell'ammodernamento del vecchio impianto l'allevatore si trova ad operare scelte tutt'altro che facili poiché deve tener conto della dimensione e della struttura aziendale, della disponibilità di manodopera, dell'organizzazione del lavoro, degli aspetti tecnici e funzionali della macchina mungitrice.

In via preliminare è necessario individuare gli obiettivi che si vogliono raggiungere con l'adozione di un determinato sistema di mungitura, vale a dire:

- minimizzazione del costo di mungitura per singolo capo;
- miglioramento delle caratteristiche qualitative del latte;
- salvaguardia del buon stato di salute delle mammelle;
- incremento della produttività del lavoro;
- miglioramento delle condizioni di lavoro della manodopera.

Tab. 4 - Scelta dell'impianto in relazione alla consistenza del gregge. La routine di mungitura non prevede il ripasso.

Impianto di mungitura tipo	gruppi prendicapezzoli	poste di mungitura	Capi in lattazione		Addetti	Produttività lavoro	
			pecore	capre		pecore	capre
Carrello	2	12+12	60-90	45-60	1	45	30
	4	24+24	120-170	80-100	1	85	60
Secchio	2	12+12	100-140	70-100	1	70	50
Bidone su rotaia	4	24+24	150-200	110-150	1	100	75
Mobile	6	12+12	200-280	140-200	1	140	100
	12	24+24	400-560	280-400	2	140	100
Pettine	6	12	210-300	150-200	1	150	100
	6	24	250-350	170-240	1	175	120
	6	12+12	280-400	200-280	1	200	140
	12	24+24	560-800	400-560	2	200	140
Tunnel	3	6	-	170-240	1	-	120
Spina di pesce	6	12+12	-	200-280	1	-	140
Nastro trasportatore	9	18	320-460	230-320	1	230	160
	12	24	460-640	320-460	1	230	160
	18	18+18	640-920	460-640	2	230	160
Rotativo	24	24	800-1200	550-800	2	300	200

Un altro fattore da prendere in considerazione é la durata dell'operazione di mungitura, in quanto il sistema prescelto dovrà essere in grado di esaurire la mungitura in due ore al massimo e, preferibilmente, impegnare un solo operaio; vi sono dei casi, però, in cui l'operazione di mungitura dura più di 2 ore.

Fig. 59. L'impianto a carrello è la scelta idonea per greggi fino a circa 150 pecore e 100 capre.

Occorre ricordare che con la mungitura meccanica l'uomo non è impegnato mentre il singolo animale viene munto e, quindi, che questo tempo è disponibile per la preparazione di altri animali e/o per la sgocciolatura e lo stacco dei prendicapezzoli dei capi già munti.

Nella mungitura delle pecore il gruppo prendicapezzoli rimane attaccato mediamente per circa 40-50 secondi, mentre nella mungitura delle capre si arriva ai due minuti.

Negli impianti a lattodotto il singolo gruppo prendicapezzoli, nell'arco di un'ora, munge 25-35 pecore e 20-25 capre. Il numero degli animali munti dipende, ovviamente, dal tempo di emissione del latte dei singoli capi e, in maggior misura, dalla routine di mungitura adottata.

La tabella 4 riporta, indicativamente, la dimensione dell'impianto di mungitura in relazione alla consistenza del gregge, riferita ai soli capi in lattazione, ipotizzando di effettuare la mungitura senza ripasso.

Da sottolineare l'importanza di avere impianti coerenti al numero di capi in lattazione per ridurre al minimo il costo unitario di mungitura. Infatti, se per un gregge di 400 capi si utilizza ad esempio un impianto a pettine con 48 poste e due addetti, idoneo per dominare 600-800 pecore in lattazione, il costo di mungitura riferito al singolo capo subisce un incremento del 25-30%.

Una volta definito il tipo di impianto idoneo per la propria azienda, occorre orientarsi fra le diverse marche presenti sul mercato. I costruttori

offrono ancora oggi dei materiali con caratteristiche diverse e la responsabilità della scelta spetta perciò all'allevatore.

Le Associazioni Provinciali Allevatori (APA), dotate del Servizio Controllo Mungitrici (SCM), possono fornire una validissima consulenza all'allevatore che intende acquistare un impianto. Presso le APA sono disponibili i modelli di offerte tipo che verranno distribuiti ai rappresentanti delle diverse ditte che si intendono contattare per la fornitura.

9.1 In funzione delle prestazioni

Mungitrici a secchio e a carrello

Per allevamenti di modeste dimensioni la scelta della mungitrice è limitata fra l'impianto a carrello e quello a secchio (fig. 59). Con questi sistemi l'uomo può mungere 2-4 animali per volta ed il tempo in cui rimane inoperoso è pertanto elevato. Poiché ciascun gruppo prendicapezzoli riesce a mungere circa 20 capi/ora, con impianti dotati di 4 gruppi la produttività del lavoro è di 70-85 pecore/ora·addetto e di 50-60 capre/ora·addetto. Ne consegue che questi impianti risultano idonei per greggi di 120-170 pecore e di 90-120 capre in lattazione.

Sopra **Fig. 60**. Impianto mobile con 24+24 poste (fonte Royal)

Sotto **Fig. 61**. Impianto rotativo con 24 poste per la mungitura delle capre con identificazione elettronica degli animali (fonte Albny Equipement).

Per greggi fino a 200 capi in lattazione è consigliabile ricorrere agli impianti a bidone su rotaia che consentono di mungere per addetto 110 pecore/ora e 80 capre/ora. L'elevata capacità di lavoro di queste installazioni è dovuta, soprattutto, alla presenza di un bidone di 50 litri che, rispetto alle mungitrici a secchio, dimezza il numero di volte in cui si deve vuotare il contenitore del latte.

In considerazione del fatto che gli impianti a secchio e a bidone sono facilmente trasferibili possono rappresentare una valida soluzione per qui greggi che si spostano dal pascolo di piano a quello di monte. Gran parte dei componenti l'impianto possono essere in breve tempo smontati e trasportati nel nuovo pascolo purché questo sia dotato di una sala idonea a recepire l'impianto.

Impianti mobili a lattodotto

Per le aziende dotate di più corpi aziendali la scelta deve orientarsi verso gli impianti mobili (fig. 60). Tali impianti sono rispondenti, non solo sotto il profilo igienico e sanitario del latte e degli animali, ma anche sotto quello delle condizioni di lavoro e della produttività del mungitore. Operando con un impianto standard, dotato di 6 gruppi prendicapezzoli, la dimensione ottimale del gregge è di 140-200 capre, mentre con le pecore si possono mungere greggi di 200-280 capi.

Impianti fissi a lattodotto

Quando il gregge è costituito da almeno 200 capi in lattazione è consigliabile ricorrere agli impianti in sala fissi.

La gran parte degli ovini e dei caprini sono munti con impianti a lattodotto del tipo a pettine per i quali mediamente sono necessari: per i modelli più piccoli (24 poste) greggi di 350 pecore o di 250 capre in lattazione e per quelli più grandi (48 poste) greggi di 700 pecore o di 500 capre. In alternativa agli impianti a fossa ci si può orientare verso l'impianto con nastro trasportatore che consente, fra l'altro, una maggiore capacità di lavoro rispetto agli impianti tradizionali ed una notevole semplicità costruttiva rispetto ai sistemi rotativi.

Limitatamente alla specie caprina e per greggi di 200-300 capi, la scelta si può estendere agli impianti a tunnel ed a spina che, come si è detto in precedenza, consentono un più agevole attacco dei gruppi prendicapezzoli. Nell'impianto a spina di pesce un addetto può controllare 5-6 gruppi prendicapezzoli e la produttività della manodopera risulta di circa 140 capi/ora·operaio.

Per allevamenti di grandi dimensioni, con oltre 800 pecore o 600 capre, si deve far ricorso agli impianti rotativi che consentono di elevare la produttività della manodopera di un buon 30% rispetto agli altri impianti in sala (fig. 61).

9.2 In funzione dei costi

Nella tabella 5 sono riportati i prezzi di acquisto, espressi in valore indice e riferiti al singolo gruppo prendicapezzoli, dei principali impianti utilizzati per la mungitura dei piccoli ruminanti.
Nel comparare i prezzi degli impianti occorre tener presente che la capacità di lavoro di un gruppo subisce delle variazioni in funzione della tipologia impiantistica nel quale viene inserito e della dimensione della mungitrice. Negli impianti a lattodotto mediamente accessoriati e con 6 gruppi prendicapezzoli, ad esempio, ciascun gruppo ha un prezzo medio intorno a 171, mentre in quelli con 12 gruppi il prezzo si riduce a 118. Ne consegue che, in questo caso, i prezzi dei due impianti si eguagliano quando sono riferiti al numero di capi/ora munti da ciascun gruppo prendicapezzoli.
La valutazione economica diviene più complessa quando il numero di addetti alla mungitura, o alla sola movimentazione dei capi, risulta diverso fra gli impianti oggetto della comparazione. In tal caso nel computo occorre inserire la voce di costo relativa alla manodopera. Si deve rammentare, infine, che nella scelta della sala di mungitura risulta di grande importanza anche la spesa che si deve sostenere per la realizzazione della struttura edile.

Tabella 5 - Prezzo di acquisto dell'impianto di mungitura in funzione del numero di gruppi prendicapezzoli.

Impianto di mungitura	Gruppi pren-dicapezzoli (n)	Poste di mungitura (n)	Prezzo (numero indice)	
			standard	accessoriato
Secchio	2	24	67	76
Secchio su rotaia	4	48	49	57
Lattodotto	6	24	149	171
	12	48	100	118
Nastro trasportatore	9	18	116	132
	12	24	108	122

Parte quarta

USO E MANUTENZIONE DELLE MUNGITRICI

10 TECNICA DI MUNGITURA

Le diverse fasi di lavoro che compongono la routine di mungitura, che presenta delle differenziazioni legate al tipo di impianto ed alla specie allevata, si possono suddividere in:

- operazioni preliminari (convogliamento e cattura degli animali, verifica dei primi spruzzi di latte, lavaggio e asciugatura dei capezzoli;
- mungitura meccanica (applicazione dei prendicapezzoli, sgocciolatura meccanica o manuale, rimozione dei prendicapezzoli);
- operazioni finali (eventuale registrazione del latte prodotto e uscita degli animali).

> La tendenza attuale è quella di semplificare la routine di mungitura omettendo gran parte delle operazioni preliminari.

Le motivazioni sono duplici, da un lato perché si vuole ridurre l'incidenza delle operazioni accessorie sul tempo effettivo di mungitura, e dall'altro perché si attribuisce ancora scarsa importanza alla qualità igienica del latte ovicaprino.

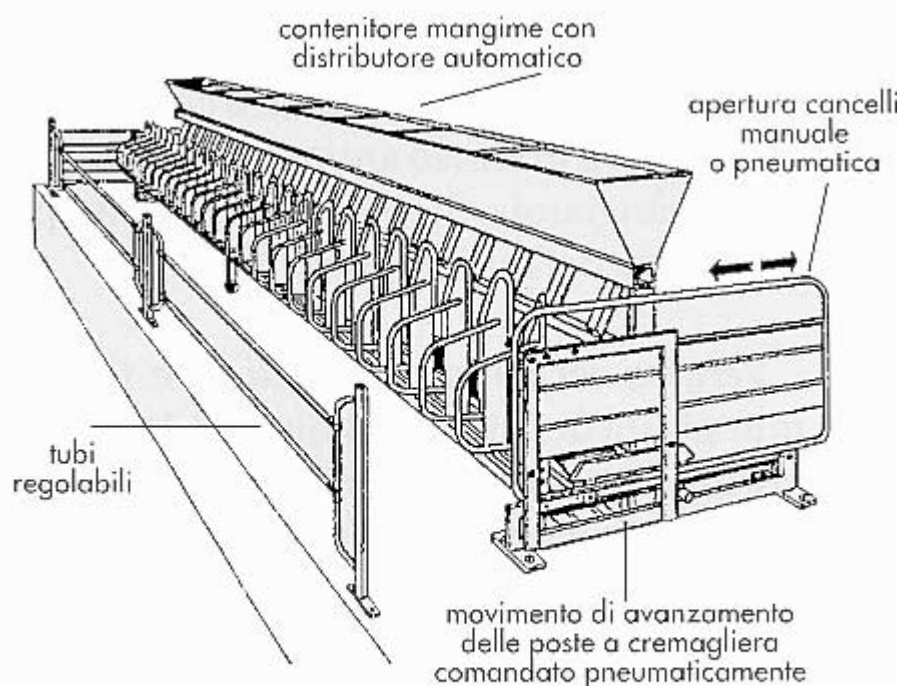
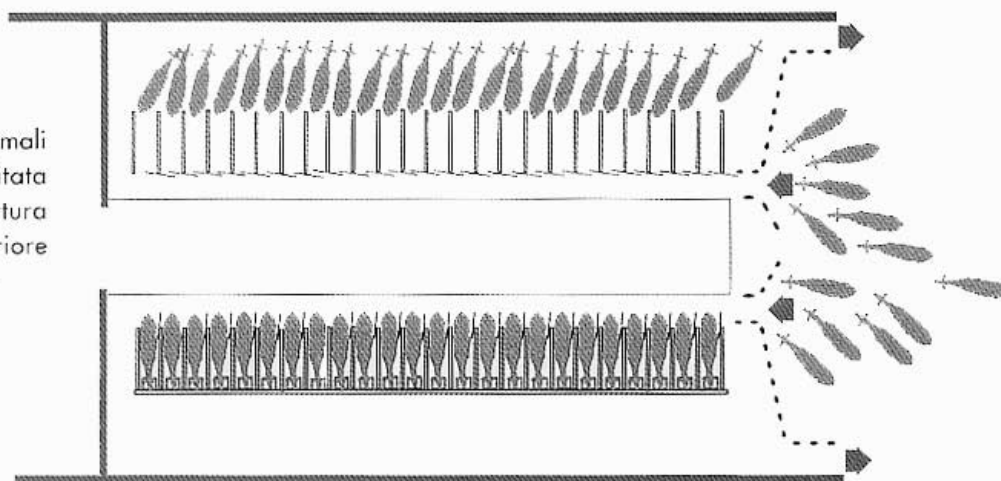



Fig. 62. Schema di autocattura per la mungitura di ovini e di caprini con tramoggia per la distribuzione del concentrato.

Al termine della mungitura a volte risulta necessario praticare la sgocciolatura per garantire il completo svuotamento della mammella; la posizione dei capezzoli sulla mammella, infatti, può risultare laterale e/o troppo alta. La parte bassa della mammella, quindi, costituisce una sorta di tasca che è necessario manipolare per estrarre il latte. La sgocciolatura può essere evitata se si dispone di una macchina che effettua una mungitura efficace in termini di svuotamento della mammella.

10.1 Operazioni preliminari

Convogliamento e cattura degli animali. La mobilità delle rastrelliere è un fattore di grande importanza per facilitare l'accesso dei capi alle poste di mungitura. Difatti, al momento della mungitura gli animali debbono trovarsi con la groppa addossata al bordo della fossa, mentre nelle fasi di ingresso e di uscita dalla sala, necessitano di un corridoio di passaggio fra il bordo della fossa e la rastrelliera. Questo corridoio viene creato facendo traslare la rastrelliera, con un movimento completamente automatizzato, in avanti e indietro (fig. 62). Vi è anche la possibilità di liberare gli animali tramite l'apertura della parte anteriore della rastrelliera (fig. 63).

Fig. 63. L'uscita degli animali può essere facilitata attraverso l'apertura della parte anteriore della rastrelliera.

Per la cattura degli animali è consigliabile utilizzare le rastrelliere autocatturanti nelle quali è lo stesso animale ad imprigionarsi nel momento in cui abbassa la testa sulla mangiatoia. Si riducono così i tempi di sorveglianza ed il numero di interventi da parte del mungitore.

Verifica dei primi spruzzi di latte. Questa operazione, quasi sempre omessa nella mungitura dei piccoli ruminanti, ha una duplice funzione: permettere di eliminare i primi due o tre getti di latte, spesso molto contaminati, e di scoprire eventuali mastiti cliniche. I primi sintomi si manifestano spesso nella presenza di grumi nel latte che si possono mettere in evidenza dirigendo i primi spruzzi di latte di ogni emimammella in un recipiente a fondo nero.

Lavaggio e asciugatura dei capezzoli. Le pecore e le capre sono comunemente munte senza il lavaggio dei capezzoli e della mammella e, quindi, senza il massaggio preliminare che, risulta ormai accertato, non incrementa il livello della produzione lattea e non facilita la discesa del latte. Difatti, è sufficiente applicare il gruppo prendicapezzoli per stimolare il riflesso di emissione del latte.

> Sulle capre è stato osservato che il lavaggio biquotidiano della mammella può accrescere i rischi di mastiti in quanto riduce la resistenza della pelle alle aggressioni microbiche.

Tuttavia, nel caso di mammelle sporche il lavaggio dei capezzoli risulta indispensabile per ridurre i fattori di contaminazione e, di conseguenza, abbassare la carica batterica del latte. L'operazione consiste nel lavare i capezzoli con acqua tiepida e nell'asciugarli con tovaglioli di carta a perdere. Il lavaggio deve essere energico, concentrato esclusivamente sui capezzoli, con un'attenzione particolare all'estremità degli stessi.

> Negli impianti in cui è necessario ottenere un'elevata produttività della manodopera si può automatizzare il lavaggio del capezzolo, ma l'operazione va comunque conclusa dall'asciugatura con tovagliolo a perdere.

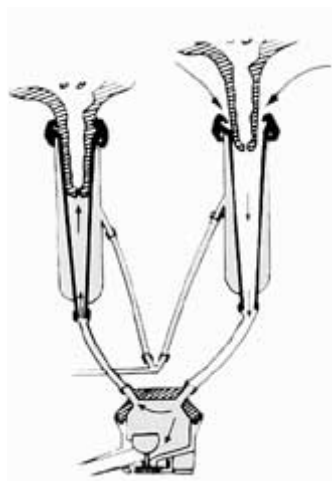
10.2 Mungitura meccanica

Applicazione del gruppo prendicapezzoli. L'attacco del gruppo è necessario che avvenga contemporaneamente per i due capezzoli al fine ridurre il tempo di esecuzione e gli ingressi d'aria atmosferica.

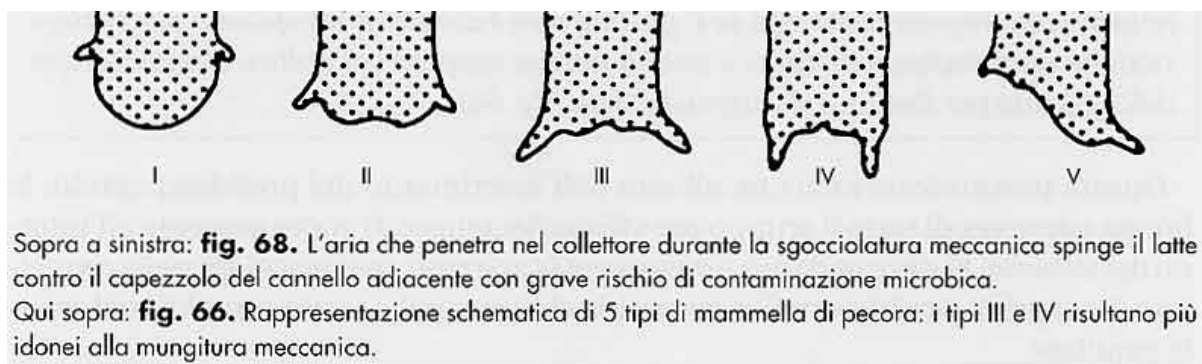
Il vuoto all'interno della guaina si crea agendo sull'apposita valvola posta sul collettore; contemporaneamente, se il gruppo non è dotato di un sistema per l'interruzione automatica del vuoto, è buona norma tappare col pollice l'imboccatura della guaina per limitare gli ingressi d'aria (fig. 64).

Fig. 64. Nel trasportare i gruppi prendicapezzoli da un animale all'altro è buona norma tappare col pollice l'imboccatura della guaina per limitare gli ingressi d'aria.
Fig. 65. Il ripasso o sgocciolatura meccanica deve deve avere inizio quando cessa il deflusso spontaneo del latte

Questa precauzione assicura, all'atto dell'inserimento del prendicapezzolo, la buona aderenza di tutto il gruppo per effetto del tenore di vuoto presente all'interno del sistema. Si deve badare a non torcere i capezzoli, in particolare nella mungitura dei caprini, perché potrebbe causare la chiusura più o meno completa del canale papillare.

Ingressi d'aria eccessivi durante l'attacco dei prendicapezzoli influiscono negativamente sulla stabilità del vuoto all'interno della conduttura del latte. Variazioni di vuoto superiori a 2 kPa causano il rallentamento della mungitura e più frequenti scivolamenti e cadute dei prendicapezzoli a causa del minore livello di vuoto nel collettore.

Sgocciolatura. Questa operazione, che consiste essenzialmente in un massaggio rapido ed energico della cisterna mammaria, viene effettuata dall'operatore con il gruppo prendicapezzoli ancora attaccato, non appena cessa il deflusso spontaneo del latte (fig. 65).

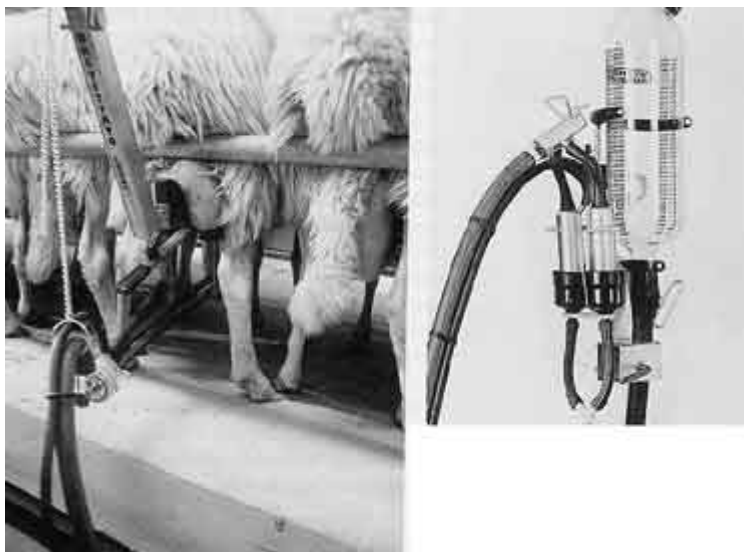
La sgocciolatura garantisce la completa estrazione del latte e facilita la sorveglianza della mammella per il contatto fisico che si produce durante l'esecuzione della stessa. Questa operazione, però, comporta un notevole dispendio di

Sopra a sinistra: **fig. 68.** L'aria che penetra nel collettore durante la sgocciolatura meccanica spinge il latte contro il capezzolo del cannello adiacente con grave rischio di contaminazione microbica.
Qui sopra: **fig. 66.** Rappresentazione schematica di 5 tipi di mammella di pecora: i tipi III e IV risultano più idonei alla mungitura meccanica.

tempo, da 10 fino a15-20 secondi in funzione della specie e della razza, che incide in misura considerevole sulla produttività della manodopera.

Vi è da osservare che, a causa della carenza di manodopera e del costo crescente della stessa, risulta in aumento il numero di allevatori che effettuano la mungitura senza praticare la sgocciolatura. A tutto ciò occorre aggiungere, anche se pochissimi mungitori ne sono coscienti, che la tecnica di esecuzione della sgocciolatura può condizionare lo stato di salute della mammella ed aumentare sensibilmente il consumo di vuoto.

Pertanto, bisogna evitare di prolungare la durata della sgocciolatura meccanica per il solo desiderio di mungere a fondo.

A sinistra **Fig. 67**. Per facilitare l'attacco dei prendicapezzoli a mamelle morfologicamente non idonee alla mungitura meccanica si può utilizzare il reggimamella (fonte Alfa-Laval) .

A destra **Fig. 69**. Vaso misuratore per caprini (fonte Westfalia).

Il fenomeno dell'impatto del latte contro il capezzolo risulta particolarmente dannoso allorquando si produce nella fase finale della mungitura, in un momento cioè nel quale il flusso del latte è troppo debole per evacuare i germi installati in prossimità del capezzolo. Al momento dello stacco dei prendicapezzoli e, soprattutto, durante la sgocciolatura, l'aria penetra nel cannello mungitore che si è staccato per primo e proietta il latte presente nel collettore contro il capezzolo che si trova nel cannello adiacente (fig. 66). Un'utile precauzione consiste nell'agire sul sistema di chiusura del latte un istante prima lo stacco del gruppo, bloccando così l'ingresso d'aria all'interno del gruppo e riducendo di conseguenza il consumo di vuoto.

Per il corretto attacco del gruppo prendicapezzoli riveste un ruolo di grande importanza la conformazione della mammella che varia notevolmente fra le razze e fra gli individui della stessa razza. Le mammelle delle pecore sono state classificate in cinque categorie (fig. 67); le mammella del III e IV tipo sono le più idonee alla mungitura meccanica in quanto assicurano un facile e sicuro attacco del perndicapezzoli. Per semplificare l'attacco del gruppo a mammelle con capezzoli alti o orizzontali (tipi I e II) si può utilizzare il cosiddetto reggimammella. Il supporto meccanico è costituito da un braccio, che scorre su una rotaia, e da una sella che si applica alla base della mammella (fig. 68).

Nella scelta dei parametri di funzionamento della mungitrice occorre considerare che il volume di latte sgocciolato meccanicamente si riduce con la diminuzione della frequenza e del rapporto di pulsazione. Riducendo la frequenza di pulsazione, ad esempio da 180 cicli/min a 120 cicli/min, si abbassa anche il consumo di vuoto dell'impianto.

Alla luce delle predette considerazioni è consigliabile o meno sopprimere la sgocciolatura meccanica? Stante la varietà delle situazioni che si riscontrano nella realtà, non è possibile fornire una risposta precisa al quesito che abbia una validità generale. In alcuni allevamenti caprini di razza Alpine, ad esempio, la perdita di produzione riferita all'intera lattazione è stata del 3-4%, con un volume di latte di sgocciolatura pari al 14% del totale munto.

Rimozione del gruppo prendicapezzoli. Il gruppo deve essere rimosso agendo sul sistema di chiusura del vuoto sul collettore, un istante prima dello stacco dei cannelli.

> Appena l'operatore si è reso conto che il flusso del latte si è interrotto deve provvedere alla rimozione del gruppo.

Fig. 70. Lattometro per la misura delle produzioni individuali.

In caso contrario la mammella viene munta a vuoto con grave pregiudizio per la salute della stessa; infatti in queste condizioni è possibile che si verifichino lesioni interne all'epitelio del capezzolo. Non bisogna perciò commettere l'errore di imporre al mungitore un lavoro stressante affidandogli un elevato numero di gruppi, perché in tal caso la sorveglianza diventa difficile e l'efficacia della mungitura decade rapidamente.

10.3 Operazioni finali

Registrazione del latte prodotto. La crescente diffusione della mungitura meccanica negli allevamenti ovini e caprini, nonché il sempre maggiore interesse verso la selezione, hanno imposto anche per queste specie l'impiego dei vasi misuratori o dei lattometri per il controllo della produzione lattea (figg. 69-70).

La registrazione del latte permette anche di valutare cali improvvisi di produzione dovuti a fattori ambientali (alimentazione, funzionalità della mungitrice) o a particolari stati fisiologici (estro) o patologici dell'animale (mastite). Purtroppo si tratta di un'operazione costosa indipendentemente dal fatto che venga eseguita manualmente o automaticamente.

<u>Disinfezione di capezzoli e dei prendicapezzoli.</u> La disinfezione dei capezzoli al termine della mungitura, ottenuta per immersione in soluzioni disinfettanti, assicura una protezione di provata efficacia contro le infezioni mammarie.

A tal fine è indispensabile, però, che questa operazione venga eseguita tempestivamente, se possibile entro pochi secondi dal distacco dei prendicapezzoli, altrimenti diventa quasi inutile.

Sempre a titolo di prevenzione, di pari importanza risulta la disinfezione e il risciacquo del gruppo prendicapezzoli tra la mungitura di un capo e l'altro.

Queste pratiche sono diffuse quasi esclusivamente nelle stalle di bovini e di bufalini mentre, alla luce delle recenti Direttive CEE sulla qualità del latte, occorre considerare attentamente l'opportunità di effettuare almeno la disinfezione dei capezzoli anche negli allevamenti dei piccoli ruminanti.

Per la mungitura in sala di animali colpiti da mastiti cliniche o croniche è opportuno prendere alcune precauzioni per evitare il propagarsi dell'infezione. Se non si possono separare gli animali infetti dal resto del gregge, si può ricorrere ad un gruppo di mungitura supplementare, utilizzato esclusivamente per quei capi.

11 LAVAGGIO DELL'IMPIANTO

Gli allevatori che intendono accrescere qualitativamente la propria produzione debbono, in primo luogo, curare le condizioni di igiene e di pulizia nel corso dell'estrazione del latte. A questo riguardo si può affermare che la mungitrice in precarie condizioni igieniche, per mancato lavaggio o per lavaggio eseguito in modo improprio, diviene la fonte primaria e più dannosa d'inquinamento del latte.

Il contenuto microbico rappresenta un componente essenziale della qualità e dell'intima struttura del latte che, una volta alterata, ne riducono in misura considerevole sia il valore dietetico che il pregio caseario. Ragioni igieniche, sanitarie ed ora anche normative (vedi Direttiva CEE 92/46) concorrono ad affermare la necessità di produrre un latte di qualità.

Le carenze igieniche che si riscontrano nelle mungitrici sono dovute in numerosi casi a negligenza, a imperizia dell'operatore o all'uso di detersivi non idonei.

Altre volte, invece, le cause vanno ricercate nel cattivo funzionamento dell'attrezzatura di lavaggio causato da mancanza di manutenzione, montaggio difettoso e usura di alcuni componenti.

Non di rado gli allevatori attribuiscono scarsa importanza alle operazioni di pulizia e disinfezione degli impianti di mungitura, in quanto ripongono un'eccessiva fiducia nei trattamenti termici ai quali viene sottoposto il latte nei caseifici.

11.1 Fattori di contaminazione

I residui di latte e di umidità presenti in un impianto non correttamente lavato costituiscono un ottimo motivo per la rapida

Fig. 71. I raccordi delle condutture del latte rappresentano uno dei punti in cui con più facilità si formano dei depositi di sporcizia.

proliferazione dei batteri. E' bene ricordare che la moltiplicazione dei batteri avviene per scissione, per cui partendo da una sola unità si supera il milione di batteri in sole dieci ore.

I germi inquinano il latte principalmente attraverso due vie:

- per via diretta, perché contenuti nella mammella dell'animale ammalato (tubercolosi, mastiti, ecc.);
- per via indiretta, attraverso l'ambiente, l'uomo, gli animali e la mungitrice.

Fig. 71. La presenza di depositi molli all'interno del latte significa che il lavaggio giornaliero, abase di detersivi alcalini, risulta insufficiente.

Durante la mungitura l'aria e le polveri dell'ambiente aspirate dai prendicapezzoli contribuiscono all'inquinamento microbiologico.

Altra fonte di contaminazione è data dal sudiciume attaccato alla mammella ed ai capezzoli che può infiltrarsi nella guaina e finire nel latte. Nella mungitura meccanica, quindi, è necessario non trascurare la pulizia degli animali e soprattutto della coda che dissemina la sporcizia nell'ambiente.

Fig. 73. I detersivi si possono presentare sottoforma di polvere o di liquido.

Anche l'igiene dei mungitori deve risultare particolarmente curata. Gli addetti alla mungitura, essendo costantemente a contatto con gli

animali, possono contaminare il latte direttamente per insufficiente pulizia personale, o indirettamente come veicolo di agenti inquinanti.

Un altro fattore di contaminazione può essere rappresentato dalla mungitrice che risulta difficile da pulire nelle parti poco accessibili: si tratta in particolare dei raccordi, dei rubinetti e dei bocchettoni dei lattodotti (fig. 71).

I tubi in gomma screpolati, come pure le guaine usurate o utilizzate oltre le 600-700 ore, sono da bandire perché il lavaggio non è mai perfetto e le screpolature possono trattenere della sporcizia.

Quotidianamente è opportuno controllare lo stato d'igiene della mungitrice: incrostazioni, opacità dei materiali, superfici non sgrassate, depositi di sudiciume all'interno ed all'esterno della testa della guaina sono il chiaro indice di scarsa pulizia.

I residui che si depositano all'interno della mungitrice sono una mescolanza di diversi componenti del latte ed in particolare grasso, proteine, lattosio e sali minerali. Essi sono tanto più facilmente rimovibili quanto più tempestivamente si interviene al termine di ogni mungitura. Analogo discorso vale per i depositi originati dai sali minerali del latte e dai calcari dell'acqua di lavaggio.

I depositi di latte si possono distinguere in depositi molli e in depositi duri. Se nell'impianto, ed in particolre all'interno dei collettori del latte, si riscontrano depositi molli significa che il lavaggio giornaliero, a base di detersivi alcalini, risulta insufficiente (fig. 72). I residui duri non appaiono subito, quando l'impianto è ancora nuovo, ma dopo qualche tempo; essi sono indice sia di lavaggio giornaliero incompleto, sia dell'assenza o della scarsa frequenza di lavaggi acidi disincrostanti.

11.2 Uso dei detersivi

I detersivi utilizzati per il lavaggio degli impianti di mungitura si possono suddividere in due grandi gruppi: detergenti (alcalini e acidi) e disinfettanti o sanitizzanti.

Mentre con i detergenti si mira ad eliminare i residui e le incrostazioni che costituiscono un valido ricettacolo per i germi, con la disinfezione si cerca di distruggere quei germi che ancora rimangono sulle superfici già lavate e deterse.

I detergenti alcalini sono utilizzati per il lavaggio al termine di ogni mungitura e servono per evitare la formazione di depositi molli costituiti soprattutto da grasso, proteine e lattosio.

I detergenti acidi vengono impiegati a scadenze regolari per eliminare incrostazioni e depositi duri, comunemente chiamati "pietra di latte", originati dai minerali del latte e dell'acqua.

Per conoscere l'ordine col quale devono usarsi i detergenti acidi e quelli alcalini occorre valutare le circostanze locali. A titolo indicativo si dovrebbe fare la pulizia acida una o due volte la settimana e la pulizia alcalina tutti i giorni dopo ciascuna mungitura. Bisogna evitare di mescolare i diversi detersivi, in quanto ciò comporterebbe la perdita dell'effetto detergente. Potrebbero formarsi dei composti di reazione altamente pericolosi, dannosi alla salute e corrosivi.

I detergenti sono dotati, in genere, di un potere disinfettante assai modesto: essi agiscono nei riguardi dei batteri rimuovendo i depositi di latte che servono loro da supporto, ed è per questo che il lavaggio, anche se eccellente, non assicura la completa disinfezione.

E' consigliabile, pertanto, utilizzare una soluzione disinfettante sia da sola, dopo il lavaggio, sia miscelata con i detergenti che si designano allora col termine di "detergenti battericidi".

I detersivi si presentano sotto forma di polvere o di liquido. I primi sono prodotti esclusivamente alcalini, mentre quelli allo stato liquido possono essere alcalini o acidi (fig. 73). Fra i formulati alcalini si distinguono detergenti ad alta alcalinità, da usarsi alla concentrazione di 0,5-1%, e detergenti a bassa alcalinità impiegati all'1-2%.

Si raccomanda di non ridurre le dosi consigliate di detersivo perché è assi probabile che il danno arrecato risulti di gran lunga superiore al risparmio ottenuto.

Così, allo stesso modo non si deve eccedere con la dose di detersivo per non danneggiare le parti in gomma dell'impianto. Per evitare possibili errori è bene leggere attentamente le istruzioni dei prodotti impiegati e, nel caso di dubbi sul dosaggio o sulla combinazione di prodotti diversi, si deve interpellare il tecnico della ditta installatrice.

E' importante, inoltre, verificare periodicamente la qualità batteriologica dell'acqua impiegata nel lavaggio, perché la contaminazione batterica dell'impianto potrebbe derivare proprio dall'acqua utilizzata per il risciacquo finale.

11.3 Tecnica di lavaggio

Le modalità comunemente adottate per la detersione e la disinfezione delle macchine mungitrici, a prescindere dalla tipologia delle stesse, sono determinate dalla temperatura dell'acqua utilizzata per la preparazione della soluzione di lavaggio. Pertanto, si possono distinguere i sistemi di lavaggio seguenti:
• a freddo, si effettua di norma manualmente utilizzando speciali detersivi efficaci a temperature inferiori a 35-40 °C;
• classico a caldo, che prevede l'uso di acqua a 65-70 °C. E' il metodo più diffuso e risulta adatto per ogni tipo di impianto.

Fig. 74. Nel caso di lavaggio manuale è indispensabile dotarsi di un apposito set di spazzole.

Per gli impianti a secchio e a carrello si opera il lavaggio manuale con apposite spazzole, mentre gli impianti a lattodotto vengono lavati in circuito con sistemi meccanici o automatici.

Lavaggio a freddo

Recenti indagini hanno confermato che soltanto pochi detersivi attualmente in commercio, quando vengono utilizzati con acqua a bassa temperatura, consentono di realizzare un lavaggio soddisfacente.

Per la detersione a freddo in circuito si può procedere nel modo seguente:

1. Prelavaggio (durata 3-5 minuti).
2. Lavaggio detergente e disinfettante (20-25 minuti).
3. Risciacquo finale (3-5 minuti).
4. Risciacquo preliminare poco prima dell'inizio della mungitura (1-2 minuti).

Quando si effettua il lavaggio meccanico in circuito è indispensabile raggiungere un'elevata turbolenza dei liquidi di lavaggio nelle

condutture e rispettare scrupolosamente le concentrazioni e i tempi di contatto delle soluzioni.

Una buona detersione, senza dover ricorrere a controlli microbiologici, può evidenziarsi già ad occhio nudo con la prova cosiddetta dell'acqua. Questa, sparsa su di una superficie pulita si diffonde sotto forma di un velo continuo; sopra una superficie non ben detersa si riunisce in piccole goccioline.

Lavaggio a caldo

La pulizia dell'impianto, che deve eseguirsi subito dopo la mungitura per prevenire l'essiccazione dei residui di latte, comprende di regola i seguenti interventi operativi: risciacquo preliminare, detersione e disinfezione, risciacquo finale.

Tutte le superfici venute a contatto con il latte dovranno subire un risciacquo semplice o doppio, detto comunemente prelavaggio, con acqua tiepida (30-35 °C) o fredda. La finalità dell'intervento è quella di allontanare gran parte dei residui di latte che disseccandosi ed aderendo alle diverse superfici renderebbero meno efficace l'azione meccanica e detergente della soluzione di lavaggio.

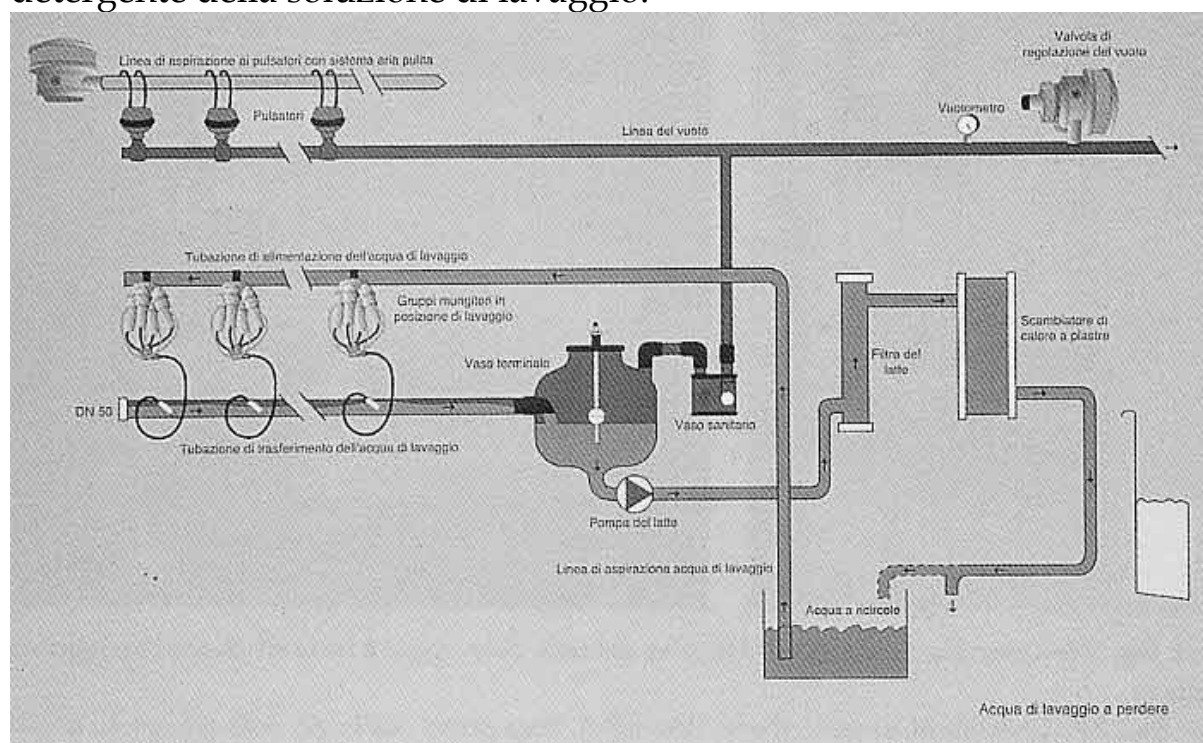



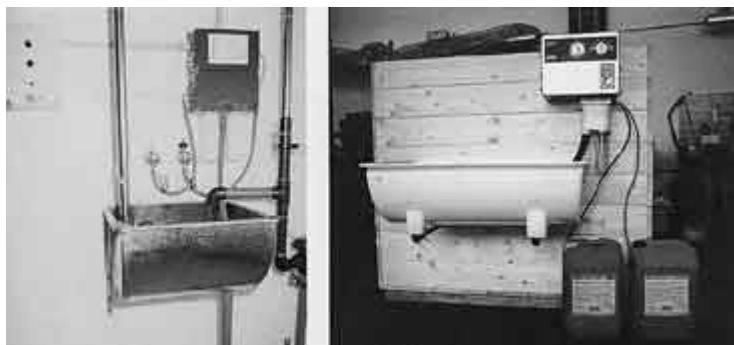
Fig. 75. Schema di funzionamento del circuito di lavaggio di un impianto alattodotto.

La detersione e la disinfezione hanno lo scopo di staccare i depositi di sporcizia che aderiscono ai materiali e di tenerli in sospensione, evitando agli stessi di ridepositarsi sulle superfici pulite.

Nel caso di lavaggio manuale con spazzole, la soluzione detergente dovrebbe essere preparata in precedenza per poi immergervi le singole parti da trattare; nel caso di detersivi in polvere converrà assicurarsi che tutto il prodotto risulti ben disciolto prima di iniziare le operazioni. Inoltre, è consigliabile lasciare agire la soluzione per qualche minuto sui materiali prima di intervenire con spazzole le cui setole risultino sufficientemente morbide per non graffiare o rigare le superfici.

Il lavaggio classico in circuito degli impianti a lattodotto prevede la circolazione per 10-15 minuti di una soluzione calda (65-70 °C). E' bene non superare le temperature consigliate per evitare il rischio della calcificazione delle proteine sulle superfici.

Col sistema di lavaggio in circuito possono formarsi dei depositi visibili in alcuni punti dell'impianto, quali il collettore del latte ed il separatore igienico, che vengono raggiunti con minore efficacia dalla

A sinistra **Fig. 76**. Lavatrice automatica. Al termine del lavaggio è bene effettuare l’asciugatura dell’impianto.
A destra **Fig. 77**. Lavatrice automatica (fonte Westfalia). Poco prima dell’inizio della mungitura è consiglisbile effe attivare il programma di disinfezione.

soluzione detergente. In tal caso occorre smontare il componente dell'impianto ed eliminare il deposito con l'ausilio di spazzole speciali.

Per i pulsatori, che vanno mantenuti al riparo dell'umidità e protetti dai liquidi di lavaggio, ci si limiterà ad una pulitura esterna con panno lievemente inumidito.

Con frequenza di norma settimanale, in funzione della durezza dell'acqua, si pratica il lavaggio con detergente acido e acqua calda per

rimuovere eventuali formazioni di pietra di latte o di tartaro che divengono visibili sulle parti in vetro dell'installazione.

La tecnica di esecuzione è la seguente: alla fine della mungitura si effettua un risciacquo, poi si fa circolare per 5-10 minuti la soluzione acida a 45-50 °C e, dopo un nuovo risciacquo, si prosegue col consueto ciclo di lavaggio.

Lavaggio manuale

Risultando il lavaggio manuale un'operazione abbastanza fastidiosa, si ha sovente la tentazione a semplificarla e, a volte, a non effettuarla. I sistemi automatici evitano il rischio di questi inconvenienti ed offrono la garanzia di un lavaggio costante ed accurato.

Le superfici esterne delle mungitrici a secchio e a carrello vanno lavate con getto d'acqua e spazzola, mentre per la pulizia dei componenti che entrano a contatto col latte è necessario dotarsi di apposite spazzole (fig. 74), in particolare per i gruppi prendicapezzoli, e di un lavello della capacità di almeno 50 litri.

> Si deve misurare attentamente il volume dell'acqua per evitare errori di diluizione: di norma occorrono una quindicina di litri d'acqua a 60 °C per ogni gruppo prendicapezzoli.

Sarebbe opportuno operare ad una temperatura non inferiore a 40 °C, perché tanto più è bassa la temperatura della soluzione e quanto più lungo risulta il tempo di contatto per ottenere il medesimo effetto; tutto ciò in contrapposizione col fatto che proprio nel lavaggio a mano si desidera far presto. Risulta indispensabile, inoltre, scegliere un prodotto detergente-disinfettante specifico per il lavaggio manuale.

Al termine del risciacquo finale, durante il quale possono essere aggiunti 8 ml di ipoclorito di sodio (la comune varechina) in 12 litri d'acqua per ogni gruppo prendicapezzoli, tutti i componenti puliti si fanno sgocciolare appendendoli ad una rastrelliera al riparo dalla polvere.

Lavaggio meccanico

Per il lavaggio degli impianti in sala occorre iniziare le operazioni subito dopo la mungitura lasciando la pompa e i pulsatori in funzione. L'acqua da utilizzare per i risciacqui e per la preparazione della soluzione detergente viene aspirata, tramite apposita conduttura, e quindi immessa nel circuito di lavaggio.

Il risciacquo preliminare deve effettuarsi con "acqua a perdere", cioè senza rimettere in circolo l'acqua già utilizzata, possibilmente tiepida.

Per il lavaggio, come si è detto in precedenza, è sufficiente far circolare la soluzione calda per 10-15 minuti, perché prolungando il tempo di contatto la soluzione si raffredda e perde gran parte della sua efficacia. Se il lattodotto è molto lungo, lo si dovrebbe riscaldare facendo circolare dell'acqua calda senza detersivo. Per il risciacquo finale far circolare dell'acqua fredda o tiepida con disinfettante per 2-3 minuti.

Lavaggio automatico

Per la pulizia degli impianti esistono numerosi prodotti, ma non sempre sono impiegati in modo corretto. Non di rado il mungitore effettua il lavaggio una sola volta al giorno, di norma dopo la mungitura del pomeriggio, o addirittura saltuariamente al fine di risparmiare i 25-30 minuti necessari per l'operazione.

Risulta, perciò, importante dotare l'impianto di un dispositivo automatico di lavaggio che provveda a riscaldare l'acqua e a regolare elettronicamente i detergenti alcalini e acidi in funzione della quantità e della qualità dell'acqua. E' sufficiente premere un pulsante per avviare il programma che a fine ciclo si arresta automaticamente. Nello schema di figura 75 è rappresentato il circuito di lavaggio di un impianto a lattodotto.

La detersione e la disinfezione degli impianti a lattodotto in sala può effettuarsi in modo automatico mediante speciali apparecchiature, chiamate comunemente lavatrici, fornite di norma assieme all'impianto di mungitura (figg. 76-77).

Anche col lavaggio automatico, ovviamente, la pulizia delle superfici esterne deve essere curata quotidianamente con interventi manuali, facendo ricorso a spazzole e a panni inumiditi. Si procede poi a fissare i gruppi prendicapezzoli alle coppette di lavaggio. Le fasi del lavaggio automatico sono analoghe a quelle indicate per il lavaggio a caldo degli impianti a lattodotto.

Il ciclo ha termine col risciacquo finale, della durata di poco meno di 10 minuti, che può effettuarsi con acqua fredda o tiepida. Anche in

questo caso, dopo lo scarico dell'acqua, viene aspirata dell'aria per asciugare perfettamente le condutture.

Con l'asciugatura, a volte trascurata nel lavaggio manuale, viene esclusa qualsiasi proliferazione dei batteri che, seppure in numero limitato, sono presenti nell'acqua di risciacquo.

Poco prima l'inizio della mungitura è buona norma attivare il programma di disinfezione, per il quale si utilizza una soluzione disinfettante fredda che viene fatta circolare per 4 minuti. Periodicamente, inoltre, occorre effettuare un ulteriore lavaggio a caldo con detergente acido per eliminare eventuali depositi calcarei. La tecnica di esecuzione è la medesima già illustrata nel lavaggio a caldo.

11.4 Filtrazione

In molti allevamenti, a causa delle carenze d'igiene degli animali e degli ambienti nei quali si effettua la mungitura, il contatto del latte con le materie organiche (paglia, deiezioni solide, ecc.) risulta relativamente frequente. Eppure, la filtrazione del latte è un'operazione spesso ritenuta non necessaria, mentre essa influisce positivamente sul tasso delle materie utili, sulla numerazione batterica, sul tasso di sedimentazione e, in alcuni casi, sul tasso cellulare.

Il filtro costituisce un elemento di osservazione molto preciso che consente all'allevatore di rilevare tempestivamente se l'igiene di mungitura è buona o meno.

Da recenti esperienze, condotte in Sardegna dall'ARA su latte ovino, è emerso chiaramente che l'impiego di filtri di ovatta o di viscosa determinano la riduzione della carica microbica in media del 17% circa, mentre grasso e proteine non subiscono variazione alcuna.

Per effettuare correttamente la filtrazione è sufficiente osservare alcune semplici norme. Innanzitutto si deve utilizzare un filtro di buona qualità, che va cambiato dopo ciascuna mungitura, e un porta filtro, possibilmente in acciaio inox. Difatti, il filtro all'aria libera, al termine della canalizzazione del latte o al disopra del serbatoio di refrigerazione, non risulta sufficientemente protetto dalle impurità ambientali.

Deve considerarsi un grave errore compromettere i vantaggi derivanti da una buona filtrazione con l'utilizzazione di materiale

scadente o riciclato. Il costo dei filtri è irrisorio se rapportato al valore del latte filtrato: per un allevamento ovino che produce giornalmente 200 kg di latte il costo della filtrazione non supera le 2 lire/kg.

E' bene precisare, infine, che la filtrazione del latte non può sostituire la pulizia dell'impianto della quale costituisce soltanto un utile complemento.

12 OPERAZIONI DI MANUTENZIONE

Il fatto stesso che l'impianto si metta in moto e continui ad estrarre il latte dalla mammella è per molti presunta garanzia del suo corretto funzionamento. Purtroppo non è così. La mungitrice, infatti, è una macchina che, pur con difetti dovuti al non regolare funzionamento dei suoi componenti, è in grado di mungere in modo apparentemente normale.

Gli effetti delle prestazioni difettose delle mungitrice (minori produzioni, contrazione della durata della lattazione, insorgenza di mastiti) non tardano, però, a manifestarsi e quando questo avviene il danno è già stato provocato; da ciò l'importanza di seguire scrupolosamente un programma di manutenzione.

Nessun intervento previsto dal programma di manutenzione può essere trascurato senza correre il rischio di alterare il normale funzionamento dell'impianto.

E' compito del mungitore predisporre un'apposita tabella, da tenerere bene in vista, con lo scadenziario del cambio delle guaine e delle manutenzioni ordinarie e straordinarie da effettuare sul regolatore del vuoto e sui pulsatori. Gli interventi di ordinaria manutenzione sono facilmente eseguibili dall'allevatore. Come principio generale si può affermare che qualche minuto al giorno ed una modestissima spesa assicurano un'elevata produttività della manodopera, perché si evitano interruzioni di lavoro per porre rimedio ai guasti e il mantenimento nel tempo del capitale macchina.

Per gli interventi di straordinaria manutenzione si deve ricorrere al servizio di assistenza della ditta installatrice e/o al servizio controllo mungitrici offerto dalle associazioni provinciali degli allevatori.

La cause delle disfunzioni possono essere diverse, ma sostanzialmente sono riconducibili a tre ordini di fattori:

- errori di progettazione e di installazione dell'impianto;
- mancanza o carenza di manutenzione in uno o più componenti;
- errata esecuzione della routine di mungitura e delle operazioni di lavaggio.

12.1 Sistema del vuoto

Gruppo motore-pompa

A volte il motore funziona in modo normale ma non si crea il vuoto nell'impianto, in tal caso è probabile che ci sia slittamento delle cinghie che collegano la puleggia del motore con quella della pompa. Pertanto, mensilmente occorre verificare lo stato e la tensione delle cinghie; queste ultime risultano allentate se per effetto della pressione esercitata col pollice la cinghia si flette di oltre 15 mm. Lo scivolamento delle cinghie di trasmissione può essere causato anche dalla presenza di olio sulla loro superficie. E' bene controllare periodicamente il perfetto allineamento della puleggia del motore con quella della pompa (fig. 78).

Per contro, la tensione eccessiva delle cinghie, che può causare l'arresto improvviso del gruppo motore-pompa, provoca pesanti carichi sui cuscinetti e quindi guasti prematuri.

> Quando si ha difficoltà nel far girare a mano la pompa ed il motore significa che le cinghie sono troppo tese.

La pulizia della pompa lubrificata ad olio va effettuata regolarmente e secondo le modalità indicate dalla casa costruttrice; la frequenza degli interventi di manutenzione varia a seconda del tempo dedicato giornalmente alla mungitura. Di norma è sufficiente lavare la pompa con gasolio o con benzina una volta l'anno.

Prima di mettere in funzione l'impianto è bene controllare il livello dell'olio nel lubrificatore; dopo l'avviamento del motore verificare che l'olio si distribuisca uniformemente nei vari punti della pompa. Per i modelli in bagno d'olio si dovranno impiegare lubrificanti appositi e non ricorrere empiricamente a prodotti destinati ad altre macchine operatrici.

> La pompa non deve essere mai azionata se il contenitore del lubrificatore è vuoto.

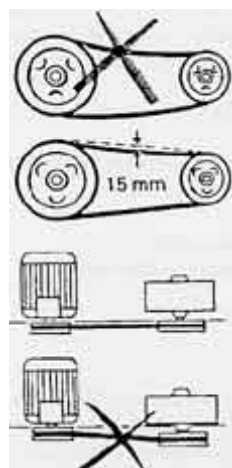



Fig. 78. Controllare periodicamente la tensione della cinghia e l'allineamento delle pulegge motore-pompa.

Con cadenza annuale si deve smontare e pulire accuratamente il sistema di lubrificazione, in particolare i fori di aspirazione, impiegando solventi specifici. Si deve provvedere alla pulizia della pompa oggi volta che il latte o l'acqua vi penetrino accidentalmente. Durante il funzionamento della pompa il vuoto dovrebbe essere tenuto sempre al di sopra di 33 kPa, in quanto al di sotto di questo livello di norma la pompa non viene lubrificata.

E' consigliabile effettuare una revisione della pompa se si dovesse verificare una diminuzione della portata superiore al 10% di quella nominale.

Per le pompe a secco, con frequenza annuale, occorre effettuare la pulizia con tricloroetilene. Come per le pompe lubrificate occorre effettuare una revisione se la portata diminuisce di oltre il 10% della portata nominale. Ogni 2.000 ore di lavoro, infine, è necessario sostituire le palette di grafite ed effettuare una rettifica della scatola cilindrica (statore).

Intercettore e separatore igienico

Prima di mettere in funzione l'impianto è buona norma controllare la valvola di drenaggio dell'intercettore o serbatoio del vuoto. Appena messo in moto il gruppo motore-pompa si deve verificare la tenuta al vuoto del serbatoio.

Al termine della mungitura è necessario controllare se all'interno del serbatoio del vuoto si sia accumulata una certa quantità di latte. In caso affermativo significa che il latte riesce a penetrare nel circuito del vuoto ed è necessario, per evitare il rischio di danneggiare la pompa, trovarne immediatamente la causa.

Settimanalmente si consiglia di ispezionare e di pulire l'intercettore attraverso l'apposita apertura, avendo cura di asciugare prima di richiudere. Con cadenza annuale è importante controllare e pulire la valvola a galleggiante, se presente, in quanto il mancato funzionamento di quest'ultima rende pressoché inutile la presenza dell'intercettore.

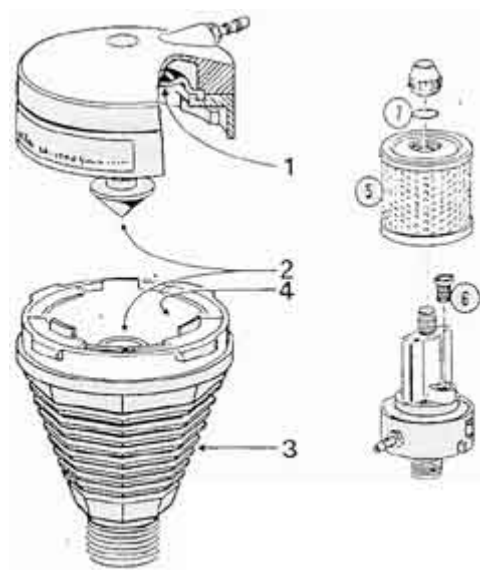



Fig. 78. Regolatore del vuoto servoassistito: 1) diaframa in gomma; 2) valvola conica 3) incavo; 4) inserto; 5) filtro; 6)becco dell'aria; 7)anello in gomma (O-ring).

Il separatore igienico viene, di norma, lavato in circuito chiuso come il resto dell'impianto. In caso contrario si deve provvedere alla pulizia della valvola di drenaggio e del sistema automatico d'interruzione del vuoto.

Condutture dell'aria

Nelle condutture dell'aria possono depositarsi residui di latte che, in breve tempo, portano alla formazione di una patina proteica sulla quale si sviluppa la flora batterica.

> La presenza di residui di latte nel separatore igienico sono un chiaro segnale della necessità di lavare le tubazioni del vuoto.

In tal caso è opportuno verificare l'integrità delle guarnizioni, delle giunzioni delle tubazioni, dei rubinetti e delle valvole di drenaggio, di cui devono essere dotati tutti gli impianti, per eliminare gli eventuali residui di latte che accidentalmente vi fossero penetrati. Le valvole di drenaggio si devono smontare e pulire almeno due volte in un anno, mentre ogni due anni vanno sostituiti i manicotti in gomma o plastica e, ai rubinetti distributori del vuoto, le guarnizioni di tenuta.

> Se dalle valvole di drenaggio delle condutture dell'aria di pulsazione cola del latte, occorre ricercare immediatamente eventuali fessurazioni delle guaine del gruppo prendicapezzoli.

La pulizia delle superfici interne delle condutture deve effettuarsi con frequenza semestrale impiegando acqua calda e detergente. Ciò evita il rischio che il sudiciume eventualmente accumulatosi sulle pareti

determini la riduzione del volume d'aria trasportato dalle condutture stesse.

Tab. 6 - Principali norme di manutenzione del sistema del vuoto.

Sistema del vuoto	Prima della mungitura	Dopo la mungitura	Una volta alla settimana	Una volta al mese	Una volta all'anno
Pompa per vuoto	Controllare il livello dell'olio nel lubrificatore e assicurarsi che fluisca attraverso i condotti.		Controllare il consumo d'olio. Scaricare l'olio di recupero dal contenitore.	Controllare lo stato e la tensione delle cinghie. Verificare l'allineamento delle pulegge.	Chiamare il servizio assistenza per controllare la portata della pompa e pulire con gasolio.
Intercettore o serbatoio del vuoto	Controllare la valvola di drenaggio e la tenuta al vuoto del serbatoio.	Controllare che il latte non entri nel sistema del vuoto.	Smontare, vuotare e pulire	Pulire dopo il lavaggio della linea del vuoto.	Controllare e pulire la valvola galleggiante. Controllare il drenaggio.
Indicatore del vuoto	Controllare il valore riportato sul quadrante.			Pulire per avere sempre letture accurate.	Chiamare il servizio assistenza per controllare la precisione della lettura.
Regolatore del vuoto	Controllare, ascoltando, il passaggio d'aria attraverso la valvola.		Pulire i filtri.	Smontare integralmente e pulire.	Cambiare le guarnizioni ed eventualmente sostituire.
Condutture dell'aria		Controllare eventuali ingressi di latte.		Lavare con soluzione detergente.	Lavare esternamente. Se necessario verniciare.
Valvole di drenaggio	Controllare, ascoltando, per individuare eventuali ingressi d'aria.			Smontare e pulire.	Sostituire la guarnizione.
Rubinetti del vuoto	Controllare, ascoltando, per individuare eventuali ingressi d'aria.			Togliere e ingrassare il perno dei rubinetti di metallo.	Pulire i rubinetti di metallo. Rimontare la valvola di fissaggio.

Periodicamente è consigliabile controllare eventuali perdite di vuoto (immissioni d'aria) nei raccordi della conduttura; la scarsa tenuta al vuoto è segnalata da sibili o altre sonorità.

Regolatore e indicatore del vuoto

La manutenzione del regolatore richiede la pulizia mensile; si sporca facilmente se è installato in un luogo umido e polveroso. I modelli a peso compensato si puliscono con uno straccio imbevuto di tricloroetilene.

Ogni settimana le spugne di filtrazione dell'aria andranno pulite e lavate, in quanto l'aria deve penetrare all'interno della valvola senza difficoltà.

I regolatori servoassistiti sono costituiti, come si è visto in precedenza, da una serie di membrane collegate da camere amplificate e un contrappeso o una molla. Pertanto l'integrità delle membrane deve essere verificata annualmente. Questi regolatori vanno puliti con tricloroetilene ogni quindici giorni, scomponendoli integralmente. I forellini e i passaggi d'aria devono essere puliti con spilli sottili, mentre i filtri vanno lavati con acqua saponata e messi ad asciugare fra una mungitura e l'altra. Con frequenza annuale è consigliabile controllare ed eventualmente cambiare le guarnizioni (fig. 79).

Per comprendere appieno l'importanza di mantenere pulito il sistema di regolazione del vuoto, si deve ricordare che nel regolatore di un impianto a lattodotto con 12 gruppi prendicapezzoli entrano circa 900 l/min d'aria, pari a 54 m^3 all'ora. Il pulviscolo presente nell'aria delle sale di mungitura è mediamente di 0,01- 0,02 g/m^3 e può arrivare a 0,04 g/m^3 quando si utilizzano mangimi sfarinati.

> Nei filtri del regolatore, ipotizzando che l'impianto lavori 5 ore al giorno, si raccolgono in un mese circa 120 g di pulviscolo; se si utilizzano farine alimentari si possono superare i 300 g di pulviscolo.

Nella tabella 6 sono riassunte le principali norme di manutenzione del sistema del vuoto.

12.2 Pulsatore

Come nel caso del regolatore del vuoto, occorre che questo delicato organo venga protetto il più possibile dalla polvere e che sia costruito in modo da risultare facilmente pulibile. Esso, infatti, manifesta difetti di funzionamento quasi sempre a causa di accumuli di sporcizia.

> In tutti i tipi di pulsatori devono essere puliti, con frequenza mensile, i filtri e gli orifizi d'ingresso dell'aria al fine di ottenere sempre un'efficace fase di massaggio. Anche gli eventuali amplificatori vanno smontati e puliti una volta al mese.

Quando il pulsatore viene pulito, lubrificato e rimontato, è necessario controllare col pulsografo le frequenze ed il rapporto di pulsazione. Per il pulsatore di tipo pneumatico è opportuno effettuare la

Tab. 7 - Norme di manutenzione del sistema di pulsazione.

Sistema di pulsazione	Prima della mungitura	Dopo la mungitura	Una volta alla settimana	Una volta al mese	Una volta all'anno
Pulsatore	Assicurarsi che sia in funzione.			Smontare integralmente, pulire e lubrificare.	Chiamare il servizio assistenza per controllare la regolarità delle pulsazioni.
Amplificatore	Assicurarsi che sia in funzione.			Smontare e pulire.	Chiamare il servizio assistenza per verificare la regolarità di funzionamento.
Tubi delle pulsazioni		Se si trova latte lavare con acqua tiepida.		Lavare all'esterno e pulire internamente con tamponi appositi.	Controllare la tenuta e, se necessario, sostituire i tubicini in gomma.

pulizia completa ogni tre mesi, smontandolo in ogni sua parte e lavandolo con soluzioni alcaline. Al momento del montaggio è importante lubrificare con alcune gocce di olio speciale, consigliato dalla ditta, le parti in movimento con particolare riferimento ai bordi dell'invertitore. Per i pulsatori elettronici è opportuno verificare ogni mese i contatti elettrici per evitare il rischio di sbalzi di corrente.

Prima della mungitura è bene assicurarsi che i pulsatori e gli amplificatori, se presenti, siano funzionanti. Al termine della mungitura, nel caso si rilevi la presenza di latte all'interno dei tubi di pulsazione, si deve procedere al lavaggio dei tubi utilizzando acqua tiepida e alla tempestiva individuazione della causa dell'anomalia.

Una volta all'anno risulta indispensabile ricorrere al tecnico del servizio assistenza per effettuare un controllo dell'intero sistema di pulsazione (tab. 7) e provvedere alla sostituzione degli organi più soggetti ad usura (gommini e membrane). I controlli sull'efficienza del pulsatore devono comunque essere effettuati ogni qualvolta vi sia il sospetto di un'anomalia di funzionamento.

I fattori che causano il cattivo funzionamento del pulsatore sono molteplici e possono definirsi *diretti* se imputabili al pulsatore stesso e *indiretti* se connessi all'impianto di mungitura. Si riportano solo quelli più comuni:

- mancanza di ermeticità nel contenitore del pulsatore;
- ostruzione degli orifici di immissione dell'aria e/o mancata pulizia dei filtri dei pulsatori;
- logoramento delle membrane e delle guarnizioni;
- presenza di latte o di acqua nel pulsatore causata dalla rottura della guaina di mungitura.

• tubi lunghi di pulsazione di diametro insufficiente e/o di lunghezza superiore a 1,6 m;
• ingressi d'aria nella camera di pulsazione dovuti all'usura della guaina nei punti di contatto col portaguaina;
• errato dimensionamento delle camere di pulsazione del gruppo prendicapezzoli;
• regime di vuoto troppo basso o troppo elevato.

12.3 Circuito del latte

Per la conduttura del latte le operazioni di manutenzione consistono nel controllo settimanale della tenuta del bocchettone in gomma che versa il latte nel vaso terminale (fig. 20). Con cadenza annuale si deve smontare e pulire manualmente il bocchettone e, se necessario, sostituire la guarnizione.

Mensilmente è bene verificare la presenza o meno di depositi di sporcizia in corrispondenza dei raccordi, soprattutto quando questi ultimi sono dotati di guarnizione in gomma.

Qualsiasi altra parte in gomma o in plastica presente sul lattodotto deve essere periodicamente controllata e, quando necessario, tempestivamente sostituita.

I controlli e gli interventi di manutenzione da effettuare per il terminale del latte sono, principalmente, quelli di controllare lo stato generale d'igiene, verificare che in normali condizioni di funzionamento non si verifichino ingressi d'aria indesiderati. A tal fine è sufficiente osservare se nella superficie del latte contenuto nel terminale compaiano increspature.

12.4 Gruppo prendicapezzoli

Particolare attenzione bisogna prestare alla guaina di mungitura, in quanto è l'unico componente della macchina che entra a diretto contatto con l'animale. Sono quindi evidenti le implicazioni di carattere funzionale e sanitario che ne derivano: qualsiasi trascuratezza si ripercuote immediatamente sulla salute dell'apparato mammario e sulla produzione lattea.

Tab. 8 - Norme di manutenzione del sistema di mungitura.

Sistema di	Prima della	Dopo la	Una volta	Una volta	Una volta

mungitura	mungitura	mungitura	alla settimana	al mese	all'anno
Collettore	Predisporre la val- vola del collettore per la mungitura.		Smontare e pulire manualmente.		Smontare, sostituire la guarnizione e pulire ma- nualmente i condotti.
Portaguaine			Smontare e pulire manualmente.		Per i modelli in plastica controllare la presenza di eventuali fessurazioni.
Guaine				Controllare per in- dividuare eventua- li fessurazioni.	Sostituire.
Tubo lungo del latte			Rimuovere e lavare manualmente.	Pulire con tampone	Controllare lo stato d'uso ed eventualmente sosti- tuire.
Lattodotto acciaio inox			Controllare la tenu- ta del bocchettone.		Smontare e pulire il boc- chettone. Se necessario sostituire la guarnizione.
Gruppo terminale	Controllare il fun- zionamento.	Scaricare i re- sidui di latte.	Verificare il funzio- namento del galleg- giante (se presente).		Smontare e controllare le guarnizioni della pom- pa del latte.

La sostituzione della guaine deve effettuarsi ogni 600-700 ore di utilizzazione (compresi i tempi di lavaggio) per quelle a mescola media e di 400-500 ore per quelle a mescola tenera.

Infatti se la superficie della guaina è screpolata diviene un comodo rifugio per la flora microbica; inoltre, diventa meno flessibile e perde gran parte della sua efficacia. Si ricordi che la guaina è sottoposta ad un duro lavoro, essa effettua giornalmente oltre 10.000 flessioni. La guaina, una volta montata sul portaguaina, è sottoposta ad una tensione, pari a circa il 20% della sua lunghezza, che contribuisce a ridurne l'elasticità. Pertanto è assolutamente inutile cercare di rigenerare con espedienti vari le guaine usurate. Poiché anche l'aria e la luce contribuiscono al deterioramento della gomma, le guaine andranno acquistate poco prima dell'utilizzo e comunque conservate in sacchetti sigillati e al riparo della luce.

I tubi del latte vengono a contatto col grasso del latte e con i detersivi delle soluzioni di lavaggio; con l'andar del tempo risulta inevitabile che la superficie interna dei tubi diventi rugosa, favorendo così la crescita della flora microbica. I tubi lunghi del latte, i tubi lunghi e

i tubi corti di pulsazione essendo fabbricati in gomma risultano facilmente deteriorabili e soggetti a screpolature e rotture; andranno, perciò, sostituiti al primo apparire di segni di usura in quanto ingressi d'aria in questi componenti alterano immediatamente l'andamento della mungitura.

Con frequenza settimanale è consigliabile smontare e pulire manualmente il collettore del latte, controllando con particolare attenzione l'eventuale foro calibrato per l'ingresso dell'aria, mentre una volta all'anno si deve smontare e sostituire la guarnizione e provvedere alla pulizia dei condotti (tab. 8).

Tab. 9 - Operazioni di piccola manutenzione del sistema di lavaggio degli impianti di mungitura.

Sintomi	Cause	Rimedi
Il programma di lavaggio non parte e la spia luminosa non si accende	•Selettore di programma mal posizionato •Fusibile bruciato •Assenza di corrente nella rete elettrica	•Spostare il selettore nella posizione di partenza •Sostituire il fusibile •Ripristinare l'alimentazione elettrica
L'acqua arriva molto lentamente, o non arriva affatto, alla vaschetta di lavaggio	•Rubinetti dell'acqua chiusi •Pressione dell'acqua insufficiente •Filtri ostruiti	•Aprire i rubinetti •Valore normale 1-6 bar •Pulire i filtri
Il riempimento della vaschetta non si arresta anche quando l'acqua raggiunge il livello prefissato	•Il pressostato è starato o non funziona •La posizione del galleggiante del pressostato è troppo alta	•Verificare il funzionamento del pressostato. Eventualmente sostituire •Fissare il galleggiante nella giusta posizione
Il programma di lavaggio non si svolge normalmente	•Viti del pannello programmatore allentate	•Serrare le viti di fissaggio
Sulle parti in vetro della mungitrice si rendono visibili dei depositi di tartaro	•Detergente mal dosato •Temperatura dell'acqua non sufficientemente alta •Assenza di lavaggi acidi	•Vedere le istruzioni sulla confezione del detersivo, controllare la durezza dell'acqua •Verificare il funzionamento del boiler •Effettuare il lavaggio acido

12.5 Circuito di lavaggio

I sistemi automatici, essendo oramai ampiamente collaudati, richiedono scarsissima manutenzione. Per prevenire guasti, tuttavia, è consigliabile curare la pulizia esterna dell'apparecchiatura, tenere dei fusibili di riserva e verificare con frequenza mensile i filtri che proteggono gli ingressi di acqua calda e fredda nell'unità di comando.

Nel caso di anomalie di funzionamento è bene tentare di porvi rimedio senza ricorrere al servizio assistenza; nella maggior parte dei casi, infatti, si tratta di inconvenienti di poco conto le cui cause, unitamente ai possibili rimedi, sono riassunte nella tabella 9.

Tab. 10 - Incidenza percentuale dei principali difetti riscontrati dai tecnici SCM negli impianti per la mungitura degli ovini in Sardegna.

Componente difettoso	Anno del controllo	
	1989	1996
Pompa per vuoto	2,1	1,5
Regolatore	13,3	3,6
Indicatore di vuoto	3,2	0,5
Conduttura del vuoto	4,3	3,4
Riserva utile	3,2	1,1
Pulsatori	13,1	2,4
Gruppo prendicapezzoli	7,7	2,6
Conduttura del latte	6,5	2,2
Gruppo terminale	7,4	0,5
Sistema di lavaggio	7,6	2,3

12.6 Il controllo degli impianti in azienda

I controlli sulle caratteristiche costruttive e funzionali degli impianti di mungitura sono ormai effettuati in tutti i Paesi a tecnologia avanzata ed anche in Italia, fin dal 1971, l'AIA (Associazione Italiana Allevatori) ha istituito un apposito servizio per il controllo in azienda delle macchine mungitrici. Tale servizio, indicato con la sigla SCM, tramite le APA (Associazioni Provinciali Allevatori) opera praticamente su tutto il territorio nazionale e può contare su oltre 150 tecnici specializzati. Le Regioni finanziano in parte questo servizio mentre la quota restante viene coperta dagli allevatori che ne beneficiano.

Fig. 78. I principali strumenti utilizzati per il controllo in azienda delle mungitrici sono il vuotometro di precisione, il flussometro ed il pulsografo (fonte MIBO).

La strumentazione impiegata per questi controlli è costituita da una completa attrezzatura per officina mobile e dagli apparecchi

specifici di misurazione e di registrazione. Questi ultimi sono costituiti da: vuotometro o indicatore del vuoto, flussometro e pulsografo (fig. 80).

Per esprimere un giudizio sull'efficacia del servizio controllo mungitrici è sufficiente comparare, a titolo esemplificativo, le risultanze dei controlli effettuati a distanza di sette anni sui medesimi impianti (tabella 10).

I componenti che con maggior frequenza hanno denunciato anomalie di funzionamento nel 1989 sono stati: il regolatore del vuoto (13,3%), i pulsatori (13,1%), i gruppi prendicapezzoli (7,7%), il sistema di lavaggio (7,6%) ed il gruppo terminale (7,4%). Nel 1996 la percentuale con la quale gli stessi componenti si sono rivelati difettosi ha subito una riduzione mediamente del 65%.

Parte quinta

GLI IMPIANTI DI REFRIGERAZIONE

13 Refrigerazione e qualità del latte

La refrigerazione ha lo scopo principale di conservare le caratteristiche iniziali del latte, preservandone la qualità fino al momento della sua trasformazione. Il processo di refrigerazione, che viene effettuato mediante una macchina frigorifera, consiste nell'abbassare rapidamente la temperatura del latte appena munto fino a 4 gradi centigradi in modo da bloccare lo sviluppo dei microrganismi responsabili del deterioramento del latte. Ciò consente di ottenere un vantaggio economico, perché un latte di qualità spunta un miglior prezzo, nonché pratico, perché la refrigerazione alleggerisce il lavoro dell'allevatore e lo svincola dalla necessità di consegnare il latte subito dopo la mungitura.

13.1 Azione del freddo sui microrganismi

Il latte appena munto contiene sempre un certo numero di microbi di varia specie che provengono in parte dall'interno della mammella e, soprattutto, dall'ambiente circostante. Questi germi, quando presenti in numero elevato, influiscono negativamente sulla conservabilità del latte e sulla successiva caseificazione per cui è necessario limitarne il più possibile sia la presenza iniziale che il loro sviluppo nel tempo. Il numero di germi presenti nel latte viene indicato come carica microbica totale (CMT) per millilitro e costituisce una delle analisi di base effettuate periodicamente dal caseificio presso cui si conferisce il prodotto.

La contaminazione iniziale del latte può essere limitata efficacemente con una buona igiene alla stalla e in mungitura. Infatti, quando fuoriesce dalla mammella, il latte contiene generalmente un basso numero di microbi costituiti da quelli presenti nel canale del capezzolo e da eventuali germi patogeni che indicano uno stato di malattia dell'animale. La contaminazione successiva dipende dal grado di igiene dell'ambiente esterno: i tessuti esterni della mammella, i materiali di mungitura e di refrigerazione, l'acqua utilizzata per il lavaggio e le mani stesse del mungitore costituiscono le fonti principali di inquinamento del latte. Curarne la pulizia e la disinfezione costituisce, quindi, la regola principale per produrre un latte di qualità.

La refrigerazione non consente, infatti, di risanare un latte inquinato, ma permette unicamente di conservarne le caratteristiche iniziali.

Quando il latte, dopo la mungitura, viene lasciato a temperatura ambiente, si raffredda molto lentamente anche se conservato in un ambiente fresco e mantiene una temperatura tale da permettere la moltiplicazione rapida di un gran numero di microrganismi. Basti pensare che alla temperatura di mungitura la carica batterica del latte raddoppia ogni 20 minuti circa. Anche l'immersione dei bidoni in acqua fredda risulta una pratica poco efficace perché permette di abbassare la temperatura della massa del latte solo di pochi gradi e con tempi piuttosto lunghi. Se invece il latte viene refrigerato rapidamente al di sotto di 10 gradi, si riesce a contenere lo sviluppo di quei batteri che ne provocano l'acidificazione, fino ad inibirlo completamente ad una temperatura di 4 gradi centigradi. Orientativamente, un latte con un contenuto microbico iniziale di 140.000 germi/ml conterrà, dopo 24 ore, 280.000 germi/ml se conservato a 4,5 °C, 1.200.000 germi/ml se conservato a 10°C, 25.000.000 germi/ml se conservato a 16°C.

La refrigerazione sarà perciò tanto più efficace quanto più breve sarà il tempo impiegato per portare la massa del latte alla temperatura di conservazione di 4°C e quanto più bassa risulterà la carica microbica di partenza.

13.2 Modificazioni dei componenti del latte refrigerato

Il processo di refrigerazione modifica la composizione originaria della flora microbica. Nel latte appena munto predominano i batteri lattici che hanno l'effetto principale di provocarne l'inacidimento attraverso la demolizione del lattosio in acido lattico. La refrigerazione blocca lo sviluppo della flora lattica, ma non quella di alcuni ceppi, chiamati psicrotrofici, che hanno la capacità di moltiplicarsi anche a basse temperature. Ad una temperatura del latte inferiore a 5 gradi centigradi il gruppo più attivo è quello dei Pseudomonas che, nel caso di una conservazione prolungata a freddo, può arrivare a costituire la flora dominante. Questi germi producono degli enzimi termostabili che degradano le proteine e i grassi producendo sostanze che conferiscono sapori ed odori sgradevoli ai prodotti derivati. La possibilità di

conservare per più giorni il latte refrigerato dipende perciò dal contenuto iniziale di questi batteri, la cui presenza è sintomo di una carenza di igiene.

Le basse temperature provocano dei cambiamenti anche a carico delle proteine e dei grassi del latte. Le micelle proteiche si riducono di dimensioni e questo comporta, in fase di lavorazione, un aumento del tempo di coagulazione e l'ottenimento di una cagliata meno consistente e più fragile.

A bassa temperatura i grassi del latte tendono a cristallizzare e ciò può provocare la rottura della membrana esterna dei globuli: in questo modo possono essere facilmente degradati dalle lipasi che producono composti che conferiscono sapori sgradevoli (di sapone o di rancido) al latte.

Questo problema è più grave quando il latte è sottoposto a maltrattamenti meccanici, come l'eccessiva agitazione o l'incorporazione d'aria, il cui effetto evidente è la formazione di schiuma e di grumi di grasso.

14 Conservazione in serbatoi

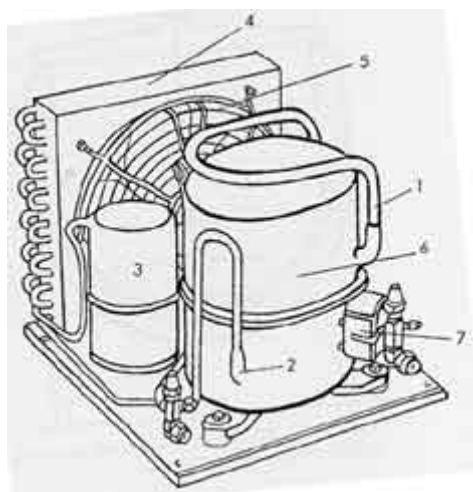



Fig. 81. Gruppo frigorifero di una vasca per la refrigerazione del latte: 1) condotto di aspirazione; 2) condotto di mandata al condensatore; 3) ricevitore di liquido; 4) condensatore ad aria; 5) ventilatore; 6) compresore ermetico; 7) morsetteria per i collegamenti elettrici.

Il procedimento consiste nel versare il latte appena munto all'interno di una vasca nella quale viene rapidamente refrigerato e poi conservato a bassa temperatura; al latte freddo della prima mungitura si aggiunge successivamente quello della seconda mungitura ed eventualmente della terza e della quarta.

L'uso dei serbatoi refrigeranti nell'azienda zootecnica consente numerosi vantaggi sia per l'allevatore che per lo stabilimento di trasformazione, ed in particolare:

- migliora la qualità igienico-sanitaria del latte conferito, soprattutto quando si effettua il trasporto refrigerato;
- semplifica e alleggerisce il lavoro dell'allevatore, grazie all'eliminazione dei bidoni e di tutte le operazioni, piuttosto onerose, connesse alla loro manipolazione;
- razionalizza le operazioni di raccolta e di trasporto del latte, perché svincola l'orario di consegna da quello di mungitura e consente il migliore impiego delle autocisterne.

Un serbatoio refrigerante è composto da due parti fondamentali:

- un gruppo frigorifero, alimentato elettricamente, che ha la funzione di sottrarre il calore dal latte ;
- una vasca di contenimento del latte, a doppia parete di acciaio inossidabile e coibentata, dotata di agitatore e di vari dispositivi accessori.

14.1 Unità frigorifera

Il gruppo frigorifero è composto da un evaporatore, un compressore, un condensatore ed un dispositivo di espansione. Questi quattro componenti fondamentali sono collegati in sequenza in un circuito chiuso all'interno del quale circola una sostanza, chiamata fluido refrigerante o frigorigeno, che ha la funzione di assorbire il calore dal latte contenuto nella vasca e disperderlo nell'ambiente esterno (fig. 81).

L'evaporatore è la parte del circuito nella quale avviene lo scambio di calore tra il frigorigeno ed il latte; è saldato sotto la parete di fondo della vasca contenente il latte e non risulta, quindi, visibile dall'esterno. Gli altri componenti sono invece esterni e accessibili, generalmente montati lateralmente alla vasca oppure, negli impianti più grandi, a breve distanza da essa.

> Il compressore è di tipo ermetico ed ha l'aspetto di un barilotto all'interno del quale è contenuto anche il motore elettrico.

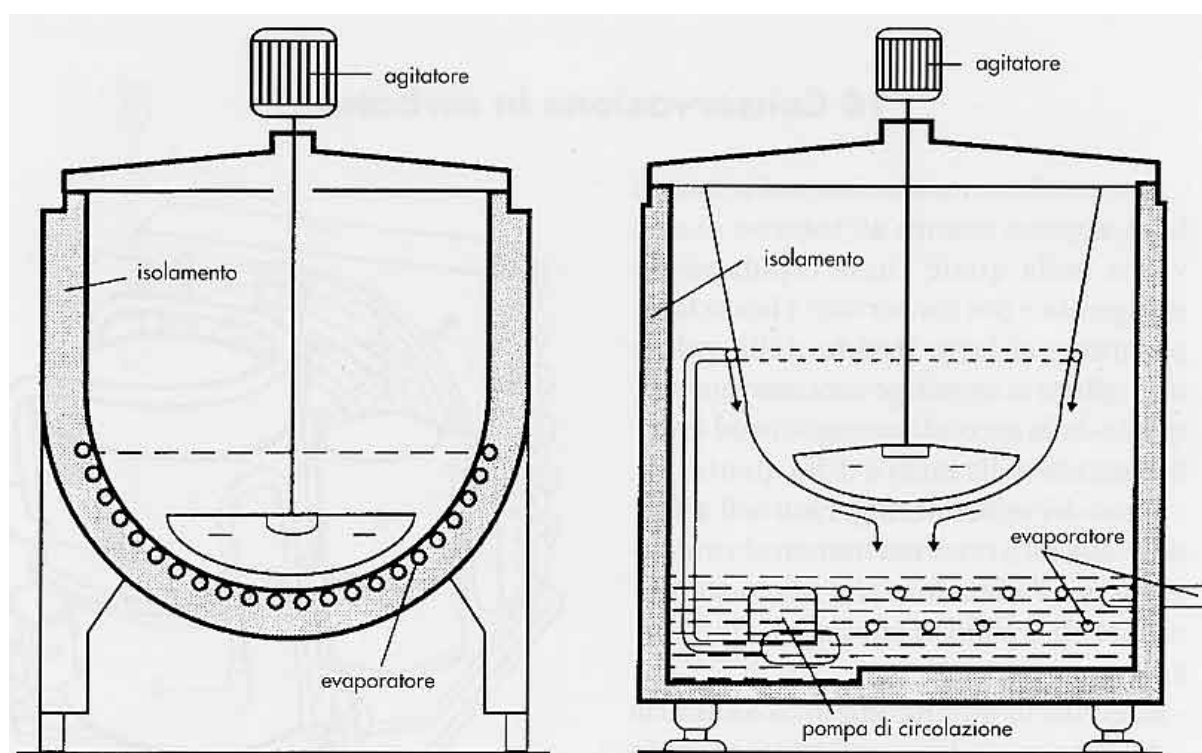



Fig. 82. Serbatoio refrigerante ad espansione diretta. **Fig. 83**. Serbatoio refrigerante ad aspersione di acqua ghiacciata.

Esso provvede a comprimere il gas proveniente dall'evaporatore ed a inviarlo al condensatore, dove il calore prelevato dal latte viene scaricato

nell'ambiente esterno. Si tratta generalmente di condensatori raffreddati ad aria (a pacco alettato), accoppiati ad un ventilatore che ne favorisce il raffreddamento.

A valle del condensatore si trova il dispositivo di espansione che regola il flusso del frigorigeno nell'evaporatore e che può essere costituito da un semplice tubo capillare, negli impianti di piccola e media capacità, o da una valvola termostatica.

Nella parte del circuito che va dalla valvola all'ingresso del compressore, comprendendo l'evaporatore, il fluido si trova a bassa pressione, mentre nella parte restante, comprendente il compressore ed il condensatore, risulta ad alta pressione.

14.2 Sistemi di refrigerazione

Il sistema di refrigerazione utilizzato per il raffreddamento del latte può essere diretto o indiretto.

Nel primo tipo, chiamato ad *espansione diretta*, l'evaporatore è saldato all'interno della doppia parete della vasca e raffredda direttamente il latte contenuto all'interno di essa (fig. 82). Un termostato mette in moto il gruppo frigorifero e l'agitatore in funzione della temperatura del latte.

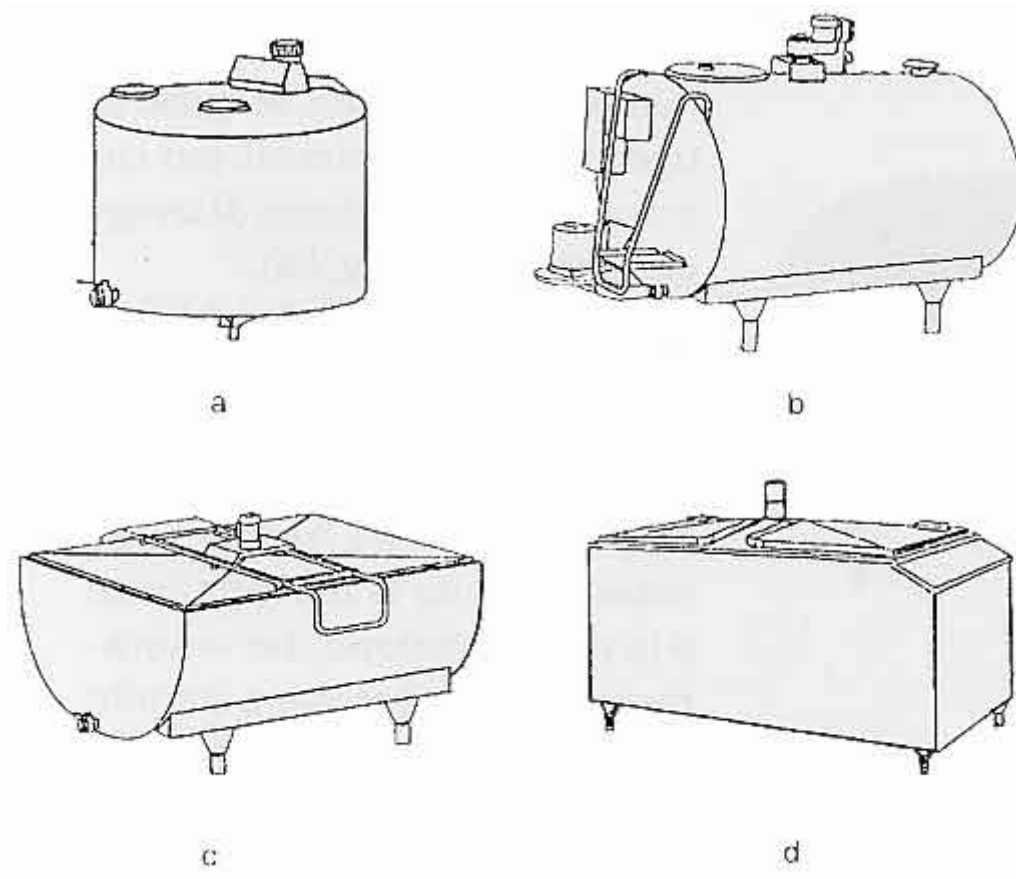



Fig. 84. Forme delle vasche refrigeranti: a) cilindrico-verticale; b) cilindrico-orizzontale; c) emicilindrica ; d) parallelepipeda.

Il secondo sistema viene definito *refrigerazione indiretta* perché il raffreddamento del latte avviene tramite dell'acqua ghiacciata contenuta nella doppia parete della vasca. L'evaporatore è immerso nell'acqua la

Fig. 85. Vasca cilindrico-verticale di tipo aperto con gruppo frigorifero compatto (fonte Manus).

quale congela a contatto di esso, formando uno strato più o meno spesso e costituendo quella che viene definita la "riserva di freddo" (fig. .83). In questo caso il gruppo frigorifero è in funzione prima che il latte caldo sia versato nella vasca, mentre durante la refrigerazione del latte funzionano solo il sistema di circolazione dell'acqua e l'agitatore.

Il sistema indiretto richiede potenze elettriche inferiori (circa la metà) al sistema ad espansione diretta, ma i consumi di energia sono superiori per via del maggior tempo di di funzionamento (8-10 ore). Anche il prezzo d'acquisto risulta più elevato a causa della maggiore complessità dell'impianto.

14.3 Tipologie impiantistiche

I serbatoi per la refrigerazione aziendale del latte sono disponibili con capacità che vanno da 50 fino a 30.000 litri. La vasca, la cui forma può essere cilindrica verticale, cilindrica orizzontale, emicilindrica, ellissoidale, parallelepipeda (fig. 84), è del tipo sotto vuoto se il latte viene convogliato in depressione dalla mungitrice, oppure del tipo atmosferico se, come nella maggior parte dei casi, viene immesso a pressione atmosferica.

Fig. 86. Vasca cilindrico-orizzontale di tipo chiuso (fonte Frigomilk).

Ogni vasca è dotata di uno più coperchi e di un'apertura per l'immissione del latte; negli impianti di tipo aperto (fig. 85) i coperchi sono ampi e permettono il lavaggio manuale dell'interno, in quelli di tipo chiuso sono piccoli, per cui è necessario un sistema di lavaggio automatico (fig. 86).

Uno o più agitatori del latte, costituiti da un albero sul quale sono montate due pale di varia forma, garantiscono l'uniforme distribuzione del freddo nella massa durante la refrigerazione e la conservazione. Lo svuotamento del tank avviene tramite un orifizio posto sul fondo della vasca e dotato di rubinetto a tenuta (fig. 87).

Gli impianti hanno caratteristiche differenti in funzione del numero di mungiture che possono refrigerare in un periodo di tempo compreso fra 2,5 e 3,5 ore.

Quelli per *2 mungiture* possono refrigerare ogni volta una quantità di latte pari alla metà del volume della vasca, per cui consentono di conservare il latte prodotto in un solo giorno. I serbatoi per *4 mungiture*

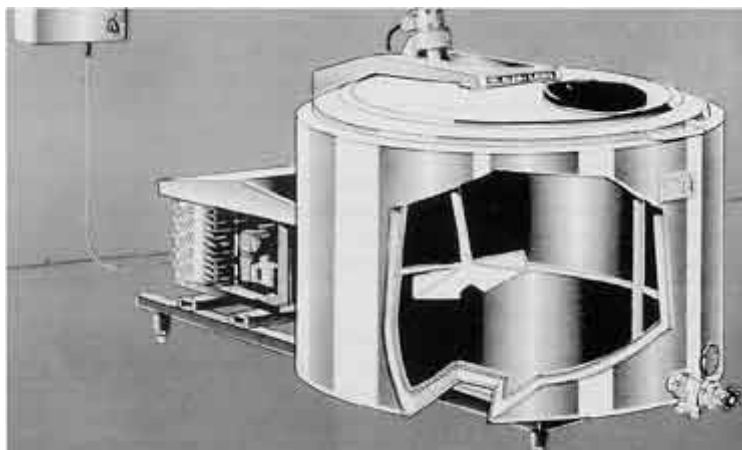



Fig. 87. Spaccato di vasca refrigerante ad espansione diretta. All'interno sono visibili l'agitatore e l'asta graduata (fonte Alfa-Laval).

possono conservare il latte di due giorni e vanno riempiti ogni volta per un quarto del loro volume. I tank per 4 mungiture hanno una potenza frigorifera (0,11-0,12 kW/100 l di capacità) che è quasi la metà di quelli per 2 mungiture (0,18-0,22 kW/100 l).

Fig. 88. Impianto mobile di refrigerazione ad aspersione di acqua gelida.

Sono disponibili sul mercato anche degli impianti mobili in cui la vasca è montata su un telaio a ruote trainabile dal trattore (fig. 88). Il principio di funzionamento è analogo ai sistemi fissi, ma la costruzione dell'impianto deve essere più robusta considerato il trasporto anche su strade accidentate. Le vasche sono disponibili con capacità che vanno da 330 a 1350 litri ed hanno coperchi muniti di guarnizioni e sistemi di bloccaggio che ne assicurano la perfetta tenuta durante gli spostamenti.

14.4 Caratteristiche costruttive

La vasca e tutti gli accessori che vengono a contatto con il latte devono essere realizzati in acciaio inossidabile, che è il materiale ideale perché resistente alle deformazioni ed alla corrosione e facilmente pulibile e disinfettabile. La vasca è costituita da una doppia parete di acciaio con uno strato di materiale isolante, interposto fra le due pareti,

che ha la funzione di evitare il riscaldamento del latte durante la conservazione. Il coperchio deve essere incernierato e deve avere un blocco in posizione aperta in modo che non si verifichino chiusure accidentali e l'allevatore possa effettuare il lavaggio in condizioni di sicurezza.

L'agitatore ha una velocità di rotazione che si aggira, mediamente, intorno a 30 giri al minuto ed è bene che non superi il valore di 40 giri/min per evitare matrattamenti al latte con conseguente alterazione della materia grassa.

Alcuni impianti di recente fabbricazione danno la possibilità di impostare due livelli di agitazione: normale per latte freddo, lenta (pari alla metà di quella normale) per latte caldo. Quando l'agitatore è montato sul coperchio della vasca dovrebbe esserci un dispositivo di arresto automatico all'apertura.

La misura della quantità di latte contenuta nel serbatoio si effettua generalmente con un'asta graduata, immersa verticalmente lungo la parete interna della vasca. La lettura del livello del latte viene poi convertita mediante una tabella fornita dal costruttore per ottenere il valore in litri. Affinché la lettura sia corretta la vasca deve essere in posizione perfettamente orizzontale e bisogna far attenzione se vi è presenza di schiuma sulla superficie del latte.

Ogni serbatoio deve essere dotato di un termometro (che non sia di vetro) per misurare la temperatura del latte e di un termostato, preciso ed affidabile, che regoli la temperatura all'interno della vasca.

Durante la refrigerazione, il termostato mette in marcia il gruppo frigorifero e l'agitatore nei sistemi ad espansione diretta, mentre in quelli indiretti attiva la circolazione dell'acqua e l'agitatore.

Il funzionamento dell'impianto viene comandato da un interruttore generale che comprende le funzioni: arresto, refrigerazione automatica, refrigerazione manuale e, nelle vasche di maggiore capacità, le funzioni raccolta e lavaggio automatico.

14.5 Caratteristiche di funzionamento

La capacità refrigerante di un serbatoio, ossia la classe di prestazione, viene espressa in funzione dei seguenti parametri:

- il tempo impiegato per abbassare la temperatura del latte da 35 a 4 °C;
- la temperatura ambiente nella quale deve operare;
- il numero di mungiture per il quale è progettato.

Il tempo di refrigerazione è indicato con un numero romano I, II, III, a seconda che sia, rispettivamente, di 2,5, 3 o 3,5 ore. La massima temperatura ambientale alla quale il refrigeratore può funzionare correttamente viene invece indicata con le lettere A, B, C corrispondenti a 38, 32, 25 °C. Un numero arabo (2 o 4) esprime il numero di mungiture che la vasca può contenere.

Un serbatoio che riporta sulla targa la sigla 2BII è un serbatoio per 2 mungiture che raffredda entro 3 ore, con una temperatura ambientale di 32°C, un volume di latte introdotto a 35°C pari al 50% del volume nominale. Nel caso si tratti di un serbatoio per 4 mungiture il volume di latte di riferimento sarà pari al 25% (cioè un quarto) del volume nominale.

Durante la refrigerazione automatica del latte l'agitatore funziona in permanenza; durante la conservazione funziona ciclicamente e viene attivato da un timer ogni 12-15 minuti per evitare che si abbia una stratificazione della temperatura e l'affioramento del grasso. La coibentazione della vasca deve garantire che la temperatura media del latte, durante la conservazione fra due mungiture successive, si mantenga pari a 4°C, con una risalita massima di 3°C nell'arco di 12 ore.

I dati sul funzionamento dell'impianto sono indicati sulle targhe dei singoli componenti (gruppo frigo, motoriduttore dell'agitatore) e sulla targa della vasca che, oltre alla classe di prestazione, riporta il volume nominale (in litri), il nome del costruttore, il modello e il numero di serie della vasca, il tipo di liquido frigorigeno contenuto nel circuito frigorifero.

15 Criteri di scelta

La scelta del serbatoio refrigerante deve essere basata sulle esigenze reali dell'azienda e deve rispondere a criteri di funzionalità ed economicità d'impiego. I più importanti elementi di cui bisogna tener conto per effettuare correttamente la scelta di un impianto sono i seguenti:

- produzione di latte
- risorse di energia elettrica
- disponibilità di spazio per l'installazione
- costo dei materiali
- servizio di assistenza post-vendita

La quantità di latte che deve essere refrigerata e conservata in azienda nel periodo di tempo fra due successivi conferimenti determina la capacità di stoccaggio della vasca. Se, per esempio, la produzione giornaliera di latte è di 200 litri, ed il latte viene consegnato giornalmente al caseificio, la capacità di stoccaggio dovrà essere almeno di 200 litri, mentre dovrà essere almeno di 400 litri se il latte viene consegnato ogni due giorni. Ovviamente dovremo prendere come riferimento il periodo di massima produttività degli animali e prevedere un margine del 10-15% in più per tener conto dei picchi che possono verificarsi nelle annate particolarmente favorevoli. In pratica, se i 200 litri dell'esempio precedente rappresentano la produzione giornaliera massima, sarà necessaria una capacità di 230 litri e di 460 litri rispettivamente nel caso di consegna quotidiana ed ogni due giorni.

> Acquistare un refrigeratore molto più grande rispetto alle effettive necessità risulta antieconomico non solo perché si spende di più al momento dell'acquisto, ma anche perché aumentano le spese di energia elettrica per la refrigerazione e quelle per il lavaggio della vasca (acqua, detersivi, elettricità).

Per un soddisfacente sfruttamento dell'impianto di refrigerazione è necessario che, durante il periodo di produzione del latte, il serbatoio sia riempito, mediamente, per almeno il 70% della sua capacità. Pertanto, ipotizzando una stagione di mungitura di 200 giorni, un serbatoio di 1.000 litri per due mungitura dovrà refrigerare complessivamente 140.000 litri di latte.

La scelta del tipo di vasca, per 2 o 4 mungiture, deve essere fatta in funzione del ritmo di consegna del latte al caseificio. Su questo aspetto, nel passato, si è creata molta confusione perché si teneva conto solamente del rapporto fra costo e capacità della vasca che, a parità di volume, risulta più basso nel tipo 4 mungiture per via del gruppo frigorifero di minore potenza. Questo però non costituisce un elemento di valutazione corretto perché, come abbiamo già sottolineato, un tank per 4 mungiture è progettato per refrigerare ad ogni mungitura una quantità di latte esattamente pari alla metà rispetto ad un tipo per 2 mungiture dello stesso volume nominale. Ciò significa che se riempiamo un tank per 4 mungiture con un quantità di latte superiore ad 1/4 del suo volume i tempi di refrigerazione si allungano a discapito della qualità del latte, mentre se lo riempiamo correttamente dovremo sovradimensionare del doppio la capacità utile della vasca, il che si ripercuote sui costi di acquisto e di gestione.

In merito alle prestazioni della vasca, l'allevatore dovrà scegliere la classe che ritiene più appropriata alle proprie esigenze, soprattutto per quanto riguarda la temperatura ambientale (A, B, C) che deve risultare superiore a quella massima registrabile all'interno della sala latte nell'arco della stagione produttiva.

La limitata disponibilità di potenza elettrica nell'azienda può condizionare la scelta dell'impianto e indirizzarla verso i sistemi ad accumulo di ghiaccio che richiedono compressori più piccoli ma che hanno, a parità di volume, un costo più elevato di quelli ad espansione diretta.

Anche lo spazio disponibile in sala latte per la collocazione della vasca può costituire un vincolo nella scelta: se è limitato occorre orientarsi verso le forme cilindrico-verticali che, a parità di volume, occupano una minore superficie rispetto alle forme orizzontali.

Una volta effettuata la scelta ottimale delle dimensioni e del tipo di refrigeratore, il prezzo d'acquisto dell'impianto va valutato attentamente in funzione delle dotazioni di serie (termometro, termostato, centraline di controllo) offerte dalle diverse case costruttrici e, aspetto molto importante ma troppo spesso trascurato, del servizio di assistenza post-vendita che queste possono garantire.

Parte sesta

USO E MANUTENZIONE DEI SERBATOI REFRIGERANTI

16 INSTALLAZIONE E MODALITA' D'USO

La vasca di refrigerazione deve essere installata in un apposito locale, chiamato sala latte, dove sia garantita la massima igiene. La direttiva comunitaria 46/92 stabilisce che la manipolazione ed il trattamento del latte avvenga in locali, separati da quelli di stabulazione, dotati di pavimenti e pareti di agevole pulizia, di sistemi per l'allontanamento dei reflui, di un impianto per l'erogazione di acqua potabile, di un'illuminazione e ventilazione adeguate.

La concezione della sala latte deve rispondere a criteri di funzionalità e flessibilità d'uso. La superficie deve essere abbastanza ampia (3-4 volte superiore all'ingombro in pianta del serbatoio) sia per garantire la circolazione dell'aria, sia per permettere un facile accesso dell'operatore in tutti i punti dell'impianto, soprattutto se si effettua il lavaggio manuale.

La vasca va posizionata ad una distanza di almeno 50 cm dalle pareti e, per garantire una migliore ventilazione, si dovrebbe praticare un'apertura di aerazione nello spessore del muro esterno in corrispondenza del condensatore (figure 89 e 90).

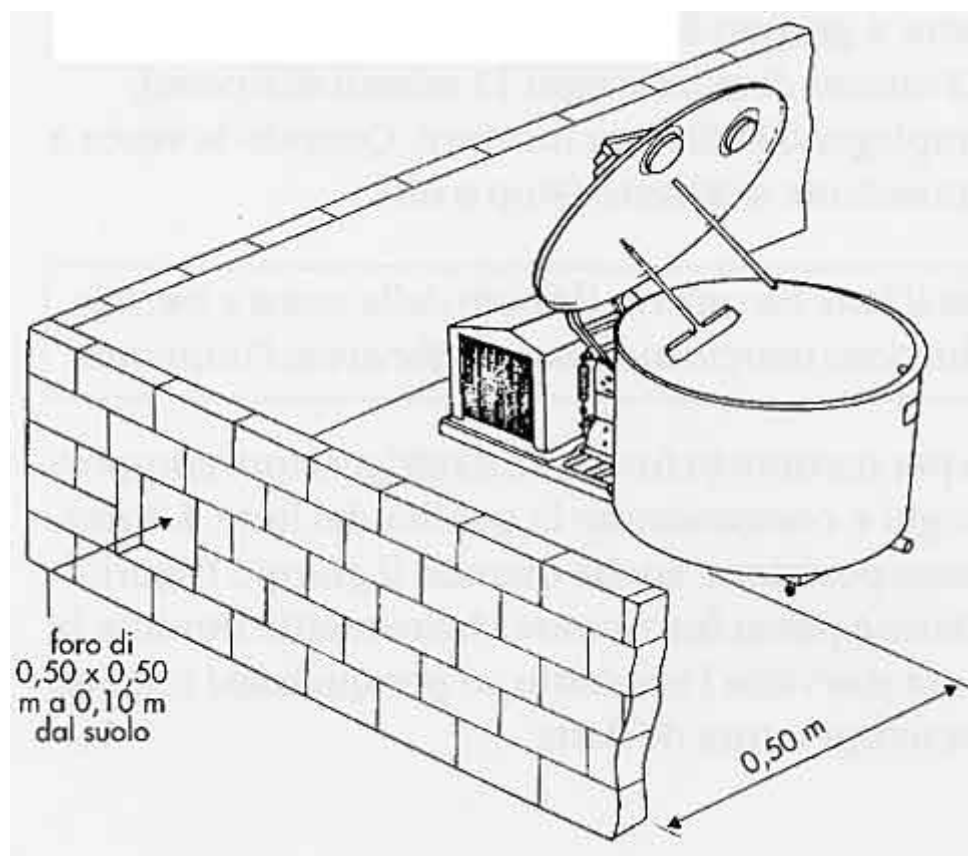



Fig. 89. Posizionamento di una vasca con gruppo frigorifero compatto nella sala latte. E' necessario rispettare le distanze minime per garantire la ventilazione e l'accessibilità dell'impianto.

Se ciò non è possibile, bisogna collocare il condensatore ad una distanza dalla parete di almeno 1 metro. In alcuni casi il condensatore o l'intero gruppo frigo possono essere dislocati a distanza dalla vasca (installazione remota), in corrispondenza dell'apertura di ventilazione o nello spessore del muro esterno (fig. 91). Inoltre, è bene collocare la vasca in modo che non sia esposta all'azione diretta dei raggi solari e risulti facilmente accessibile per il collegamento con l'autocisterna del latte.

A sinistra **Fig. 90**. Finestra di ventilazione del condensatore.

A destra **Fig. 91**. Montaggio del condensatore nello spessore del muro perimetrale della sala latte.

Il pavimento della sala deve essere realizzato con una pendenza dell'1% e provvisto di un pozzetto per lo smaltimento delle acque di

lavaggio. Al momento dell'installazione, la vasca deve essere messa in bolla agendo sui piedini regolabili in modo che la misura della quantità di latte, effettuata con l'asta calibratrice, sia corretta (fig. 92). In qualche caso, in cui c'è l'esigenza di scaricare il latte nei bidoni anziché nell'autocisterna, si preferisce montare l'impianto su una piattaforma rialzata dal pavimento. Sia che si realizzi in muratura che in strutture metalliche, è assolutamente necessario che l'ampiezza della piattaforma sia tale da permettere all'operatore di effettuare il controllo e la pulizia del tank in condizioni agevoli e sicure. Sono assolutamente da evitare soluzioni con la vasca appoggiata su materiali deformabili (assi di legno) o montata su stretti telai che costringono l'operatore all'uso di una scala per l'accesso al tank.

L'utilizzo pratico dell'impianto di refrigerazione richiede all'allevatore poche e semplici conoscenze. Il funzionamento viene comandato attraverso un interruttore che possiede almeno tre funzioni di base (fig. 93):

- *arresto*: esclude l'alimentazione elettrica;
- *marcia forzata*: aziona solo l'agitatore mentre il gruppo frigorifero è controllato dal termostato;
- *marcia automatica*: il funzionamento del gruppo frigorifero e dell'agitatore avviene sotto il controllo del termostato; a gruppo fermo un timer aziona periodicamente l'agitatore (generalmente 2 minuti di marcia ogni 13 minuti di riposo).

Vediamo ora come e quando si impiegano le diverse funzioni. Quando la vasca è vuota l'interruttore deve essere in posizione di arresto (stop o off).

> Alla prima mungitura, non appena il latte ha coperto il fondo della vasca e tocca la pala dell'agitatore, si seleziona la funzione marcia automatica che avvia l'impianto.

Aspettare la fine della mungitura per mettere in funzione il refrigeratore comporta tempi di raffreddamento più lunghi e compromette la qualità del latte. L'interruttore va sempre lasciato nella stessa posizione anche quando il gruppo frigorifero si è arrestato, in modo che l'agitatore possa funzionare ciclicamente durante la conservazione ed il termostato possa riavviare l'impianto se per qualsiasi ragione dovesse verificarsi una risalita della temperatura del latte.

Per la seconda mungitura si lascia sempre inserita la funzione automatica, in modo che il termostato riavvii automaticamente la refrigerazione non appena rileva l'aumento di temepratura dovuto all'aggiunta del latte caldo.

Al momento dell'introduzione della terza e delle successive mungiture bisogna selezionare la funzione marcia forzata per miscelare rapidamente il latte caldo con quello freddo, riportando poi l'interruttore in posizione di marcia automatica non appena il termostato rimette in moto il gruppo frigorifero. La funzione marcia forzata permette anche di miscelare il latte prima del prelievo del campione se l'interruttore di comando non ha la funzione "raccolta".

Fig. 92. Operazione preliminare di messa in bolla della vasca.

Le nuove installazioni, soprattutto quelle di media e grande capacità, sono corredate di centraline elettroniche (fig. 94) che effettuano il controllo completo dell'impianto, rendendo molto più semplice il lavoro dell'allevatore. La centralina, dotata di un visore digitale e di una pulsantiera, permette di programmare valori di intervento del termostato diversi per la prima e la seconda mungitura, selezionare differenti velocità di agitazione, impostare il ritardo dell'avviamento del gruppo frigo alla prima mungitura, visualizzare e registrare le temperature del latte e dell'acqua di lavaggio.

Fig. 93. Interrutore di comando dell'impianto frigorifero con le tre funzioni base: arresto, marcia automatica, marcia forzata (fonte Alfa-Laval).

Per la rapida e corretta refrigerazione del latte bisogna seguire alcune semplici regole:

- introdurre progressivamente il latte di una mungitura successiva alla

prima piuttosto che tutto in una volta; si evita così che la temperatura della massa salga oltre 10-12 gradi e si abbia una ripresa dello sviluppo dei batteri;

- tenere sempre chiuso il coperchio del tank durante la refrigerazione per evitare il congelamento del latte per mancata agitazione;
- non spegnere mai l'impianto se la vasca contiene del latte (a meno che non ci sia un violento temporale) perché il consumo di elettricità per la conservazione a 4°C è molto basso;
- non riempire la vasca oltre il suo volume utile (generalmente il livello massimo è segnato all'interno);
- evitare di introdurre latte caldo nella vasca contenente latte già refrigerato se il gruppo frigorifero è fermo per un guasto;
- verificare periodicamente il corretto funzionamento del termometro e del termostato.

Fig. 94. Centralina elettronica di comando e controllo del processo di refrigerazione

17 Detersione e disinfezione

Abbiamo già sottolineato come la qualità e la sanità del latte siano strettamente correlate al suo contenuto batteriologico e come questo dipenda in gran parte dal grado di igiene dell'ambiente in cui si opera. Anche l'impianto di refrigerazione può costituire una fonte di inquinamento microbico: se nella vasca rimangono residui di latte, sotto forma di pellicola superficiale sulle pareti o di accumuli nelle parti concave e sporgenti, questi diventano rapidamente la sede di una intensa proliferazione microbica che andrà a contaminare il latte introdotto successivamente nel refrigeratore. Di conseguenza sono necessari un lavaggio ed una disinfezione efficaci per rimuovere ogni residuo di latte ed eliminare completamente i batteri.

I metodi ed i prodotti utilizzati per la detersione e la disinfezione dei serbatoi refrigeranti sono gli stessi già descritti per il lavaggio manuale ed automatico degli impianti di mungitura. La tecnica di lavaggio delle vasche prevede in sequenza:

- un prelavaggio con acqua tiepida o fredda per allontanare il latte residuo;
- un trattamento detergente-disinfettante con acqua calda (60-70°C);
- un risciacquo con acqua fredda per eliminare i residui di detersivo.

> Il lavaggio con il detergente alcalino (da solo o combinato con disinfettanti) deve essere effettuato subito dopo la consegna del latte, mentre il lavaggio disincrostante con un prodotto acido deve avere una cadenza settimanale o quindicinale, in funzione della qualità dell'acqua.

La pulizia può essere eseguita manualmente solo negli impianti di piccole-medie dimensioni di tipo aperto, mentre per le vasche di grande capacità ed in quelle di tipo chiuso si deve necessariamente ricorrere ad un sistema meccanico.

17.1 Lavaggio manuale

La prima operazione da effettuare, non appena la vasca è stata vuotata, è il risciacquo con acqua corrente di tutte le parti venute a contatto col latte, preferibilmente eseguito con un getto a pressione per aumentarne l'efficacia. In questa fase lo scarico di fondo della vasca deve

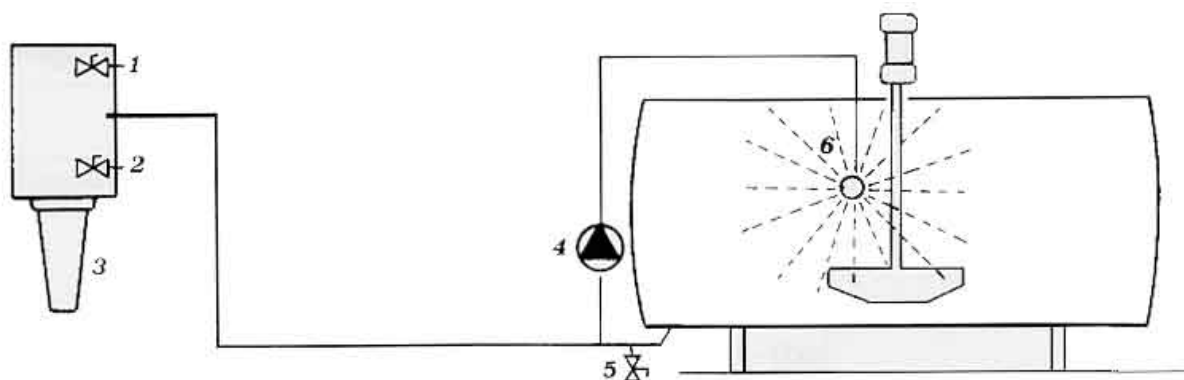



Fig. 95. Schema di impianto per il lavaggio automatico delle vasche: 1) rubinetto acqua calda; 2) rubinetto acqua fredda; 3) contenitore detergenti; 4) pompa di circolazione; 5) rubinetto di scarico; 6) irrigatore.

essere lasciato in posizione aperta, in modo da allontanare completamente tutti i residui di latte.

La soluzione detergente viene preparata a parte, in un recipiente di plastica, miscelando acqua calda (60-70 °C) e detersivo in una percentuale dello 0,5-1% (ossia 5-10 g per ogni litro di acqua). L'indicazione dei quantitativi totali di acqua calda e detersivo impiegati per tank di diversa capacità è riportata nella tabella 12. Per il lavaggio vero e proprio si impiega una spazzola con setole sufficientemente morbide in modo da non graffiare le superfici della vasca.

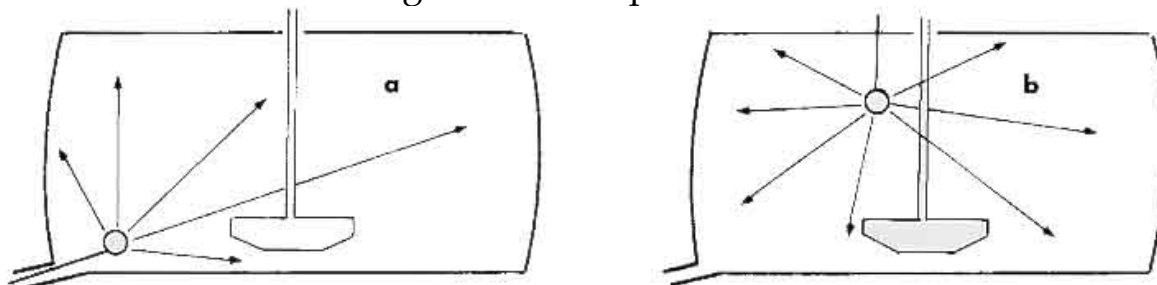



Fig. 96. Irrigatori statici: a) inserimento attraverso il condotto di scarico; b) inserimento daal'alto attraverso l'apertura di immissione del latte.

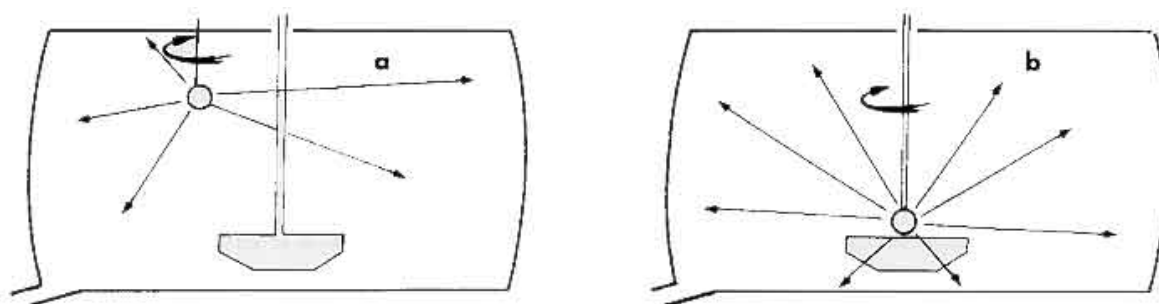
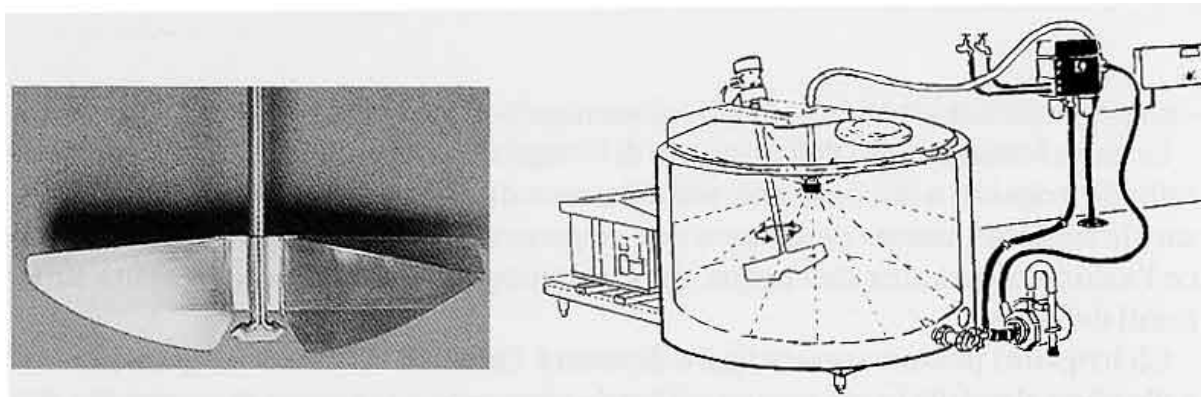



Fig. 97. Irrigatori dinamici: a) posizionamento nella parte alta; b) posizionamento sull'agitatore.

Le parti rimovibili, come il tappo del condotto di scarico, l'agitatore e l'asta di misurazione, vanno smontate, immerse nella soluzione e spazzolate accuratamente. Si chiude quindi lo scarico della vasca e si esegue un'energica spazzolatura, con la soluzione detergente, delle superfici interne, compreso il coperchio, procedendo dall'alto verso il basso. E' consigliabile lavare anche la superficie esterna della vasca e qualunque altro accessorio venuto a contatto con il latte.

Tab. 11 Fabbisogni medi di acqua e detergente per il lavaggio dei serbatoi refrigeranti

Serbatoio Tipo	Soluzione di lavaggio Volume nominale (litri)	Acqua(litri)	Detergente (grammi)
Aperto	100-150	10	50-100
	200-400	15	75-150
	500-800	25	125-250
	1000-1600	35	175-350
Chiuso	1500-1800	35	175-350
	2000-4000	85	425-850
	5000-6000	115	575-1150
	8000-10000	175	875-1750

A sinistra **Fig. 98**. Particolare dell'agitatore con i diffusori di lavaggio disposti nel bordo inferiore della pala.
A destra **Fig. 99**. Circuito di lavaggio mobile

Dopo la spazzolatura non deve rimanere alcuna impurità visibile. A questo punto si apre lo scarico di fondo della vasca, si fa allontanare tutta la soluzione detergente e si risciacqua accuratamente con acqua potabile, in modo da eliminare qualsiasi traccia di detersivo che

potrebbe altrimenti alterare il latte. Completato il risciacquo e scaricata l'acqua residua, è bene rimontare il tappo di scarico e chiudere il coperchio del tank per evitare contaminazioni successive (insetti, polvere, ecc.).

Assolutamente da evitare l'impiego di prodotti non specifici per il lavaggio delle vasche refrigeranti: i comuni detersivi hanno un potere schiumogeno troppo elevato e contengono profumazioni che conferiscono sapori ed odori sgradevoli al latte.

17.2 Lavaggio automatico

I sistemi per il lavaggio meccanico possono essere a comando manuale e parzialmente o totalmente automatizzati, a seconda che l'operatore intervenga in alcune fasi (risciacquo, dosaggio del detergente) oppure si limiti semplicemente ad avviare il programma senza intervenire attivamente.

Un sistema automatico di lavaggio è composto da (fig. 95):
- un circuito di distribuzione dell'acqua
- un sistema per il dosaggio e il riscaldamento dell'acqua
- un sistema per il dosaggio dei detergenti
- un'elettrovalvola di scarico
- un programmatore elettronico di azionamento e controllo

La parte fondamentale dell'impianto di lavaggio è il *dispositivo di aspersione* costituito da irrigatori o doccette che, sotto l'azione di una pompa, provvedono a spruzzare le superfici interne della vasca con un getto a pressione. Per un lavaggio efficace l'azione meccanica dell'acqua deve raggiungere con la stessa intensità tutti i punti della vasca.

Gli irrigatori possono essere fissi o dinamici. Quelli di tipo fisso vengono montati nella parte alta della vasca oppure sul fondo attraverso il rubinetto di scarico (fig. 96). Con questi sistemi si ottiene in genere un buon lavaggio, a patto che l'irrigatore sia posizionato verso la parte centrale del serbatoio per avere una buona distribuzione dell'acqua. Inoltre le pale dell'agitatore possono creare delle "zone d'ombra" che non vengono risciacquate e l'ostruzione dei fori dell'irrigatore diminuisce direttamente l'efficienza del lavaggio.

Nei sistemi dinamici l'irrigatore può essere o rotativo o accoppiato ad un diffusore rotativo (fig. 97). Viene posizionato nella parte alta del

serbatoio o, più frequentemente, sull'albero o sulle pale dell'agitatore, il che assicura un'azione più efficace.

Un'interessante soluzione consiste nel montare le doccette al centro delle pale e nell'utilizzare l'albero cavo dell'agitatore per il passaggio dei fluidi di lavaggio (fig. 98).

In questo modo si sfrutta la rotazione dell'agitatore per ottenere l'aspersione di tutte le superfici interne della vasca. Il circuito di distribuzione può essere separato dalla vasca, nel caso venga posizionato al momento del lavaggio (fig. 99), ma più frequentemente è integrato nella vasca (fig. 100); alcune installazioni prevedono due circuiti indipendenti, uno per l'acqua ed uno per la soluzione di lavaggio.

Il ciclo di lavaggio è controllato da una *centralina elettronica*, contenuta in un pannello di comando (fig. 101), che determina la sequenza e la durata di ciascuna fase, comanda l'ingresso e lo scarico dell'acqua, stabilisce la temperatura di riscaldamento e la dose di detersivo. All'avvio del programma, l'elettrovalvola di immissione dell'acqua si apre ed ha inizio il prelavaggio. Questo (come anche il risciacquo finale) può essere semplice o doppio e viene effettuato con la valvola di scarico aperta in modo che non si abbia ricircolo di acqua. Terminata questa fase, la valvola si chiude e si passa al lavaggio con acqua calda e detergenti che ha una durata di circa 10-15 minuti (alcuni sistemi prevedono più fasi di lavaggio).

Fig. 100. Circuito integrato di lavaggio nella vasca (fonte Japy).

Il dosaggio del detergente può essere completamente automatico, per cui l'operatore deve provvedere solo al rifornimento periodico del contenitore, oppure semiautomatico se il dosaggio deve essere effettuato manualmente all'inizio di ogni ciclo (fig. 102).

Il riscaldamento dell'acqua può essere ottenuto tramite una resistenza elettrica incorporata nel sistema, oppure mediante un boiler elettrico o a gas. Alla fine del lavaggio, l'elettrovalvola di scarico si apre per permettere l'evacuazione della soluzione detergente e si procede al risciacquo semplice o doppio con acqua fredda.

A sinistra **Fig. 101**. Pannello di comando del sistema di lavaggio automatico (fonte Alfa-Laval).

A destra **Fig. 102**. Dosaggio dei detergenti.

18 Manutenzione

Gli impianti di refrigerazione sono ormai ben collaudati ed affidabili ed è sufficiente attenersi a poche verifiche periodiche per evitare malfunzionamenti che possono compromettere la qualità del latte e far aumentare i costi di esercizio. Il controllo e la regolare

Tab. 12 Operazioni di piccola manutenzione

Inconveniente	Cause	Rimedi
Il gruppo frigorifero non parte	Interruttore posto su: Arresto	Mettere l'interruttore su :Marcia automatica
	Non arriva tensione alla vasca	Assicurarsi che l'interruttore automatico sia chiuso
	La protezione del compressore è intervenuta	Attendere che il compressore si rimetta in moto automaticamente dopo essersi raffreddato
	Termostato difettoso	Chiamare il servizio assistenza
	Compressore difettoso	Chiamare il servizio assistenza
Il gruppo frigorifero resta in moto per troppo tempo oppure parte e si arresta di frequente	Condensatore sporco	Pulire il condensatore
	Temperatura ambientale troppo alta	Ventilare il locale
	Ventilatore del condensatore fermo	Chiamare il servizio assistenza
L'agitatore non gira	Agitatore difettoso	Verificare il collegamento elettrico ed il fissaggio dell'elica
	Pala bloccata dal latte ghiacciato	Assicurarsi che la quantità di latte non sia troppo ridotta
Presenza di ghiaccio sull'evaporatore	Temperatura troppo bassa nel frigorifero	Controllare la taratura del termostato la pressione di evaporazione
Rumori e vibrazioni	Corpi estranei nel ventilatore	Arrestare l'impianto e rimuovere i corpi estranei
	I collegamenti sono troppo rigidi. I supporti non sono ben fissati	Sostituire i flessibili. Stringere i bulloni, controllare il basamento
	Le cinghie di trasmissione si sono allentate	Tendere le cinghie o sostituirle

manutenzione, oltre a garantire l'efficienza di funzionamento nel tempo, evitano che si verifichino dei "fuori servizio" e dei danni permanenti

all'impianto che risulterebbero economicamente ben più onerosi rispetto ad una manutenzione programmata.

Tab. 13 Operazioni di piccola manutenzione dell'impianto di lavaggio automatico

Inconveniente	Cause	Rimedi
La spia luminosa non si accende	assenza di corrente elettrica	
	fusibile bruciato	sostituire il fusibile
L'acqua non arriva al serbatoio	filtri ostruiti da impurità	pulire i filtri
	rubinetti chiusi	aprire i rubinetti
L'agitatore non funziona	agitatore difettoso	verificare il collegamento elettrico
Depositi di calcare sulle pareti della vasca	prodotto mal dosato	dosare in funzione della durezza dell'acqua
	temperatura dell'acqua bassa	verificare il funzionamento dello scaldacqua
	mancanza di lavaggi acidi	effettuare il lavaggio acido
L'acqua non è proiettata con forza sulle pareti della vasca	pompa difettosa	rivolgersi al servizio di assistenza
	irrigatore ostruito	smontare l'irrigatore e ripulirlo
Il programma di lavaggio non si svolge normalmente	viti del pannello allentate	serrare le viti di fissaggio

Per mantenere l'impianto nelle migliori condizioni di lavoro, l'allevatore dovrebbe periodicamente:

• controllare la superficie di scambio del condensatore e le pale del ventilatore, che devono essere prive di depositi di sporcizia. Per ripulirle dalla polvere è sufficiente spazzolare le superfici, mentre per eliminare i depositi grassi, a impianto spento, bisogna spazzolare con acqua e detersivo, sciacquare e far asciugare per almeno tre ore prima di riavviare l'impianto;

• verificare il funzionamento (rumorosità, vibrazioni) delle parti in movimento come le giranti dei ventilatori e le pulegge di trasmissione;

• verificare l'accuratezza di misura del termometro e il valore di attacco-stacco del termostato;
• rilevare il tempo di refrigerazione della prima mungitura: se è troppo lungo controllare la pulizia del condensatore e la carica di refrigerante;
• controllare il funzionamento del timer dell'agitatore, eventuali infiltrazioni di grasso dal motorino e la rumorosità durante la rotazione;
• esaminare la superficie del latte per rilevare la presenza di schiuma e di grumi di grasso, indici di eccessiva agitazione del latte, o di ghiaccio (ritardare l'avviamento dell'impianto alla prima mungitura).

Se nell'impianto si manifestano difetti di modesta entità potrebbe non essere necessario ricorrere al servizio di assistenza tecnica; come guida orientativa possono essere utili le liste riportate nelle tabelle 12 e 13 in cui sono indicati i guasti più frequenti, le possibili cause ed i relativi rimedi.

Gli interventi di manutenzione straordinaria, come il controllo della carica del fluido frigorigeno e la sostituzione di componenti dell'impianto, devono essere effettuati esclusivamente da personale specializzato.